

	GESTIÓN DE RECURSOS Y SERVICIOS BIBLIOTECARIOS	Código	FO-SB- 12/v0
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN	Página	1/1

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES):

NOMBRE(S): JUAN ALEXANDER APELLIDOS: SANTIAGO CASTRO

NOMBRE(S): NELSON HUMBERTO APELLIDOS: LEAL JAUREGUI

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA CIVIL

DIRECTOR:

NOMBRE(S): FRANCISCO JAVIER APELLIDOS: SUAREZ URBINA

CODIRECTOR:

NOMBRE(S): _____ APELLIDOS: _____

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA TERCIARIA SECTOR EL ZULIA – LA UNIÓN, MEDIANTE USO DE PLACA HUELLA, MUNICIPIO EL ZULIA, NORTE DE SANTANDER

RESUMEN

Este proyecto trata acerca de un diseño geométrico de la vía terciaria sector el Zulia – la unión – mediante uso de placa huella, municipio el Zulia, Norte de Santander. Para ello, se realizó un trabajo dirigido a una comunidad con la que se beneficiaron estudiantes de ingeniería civil. La recolección de información se obtuvo a través de exploraciones de campo de acuerdo a los estudios realizados en el terreno, cartera de campo en el estudio de tránsito, fotografías durante las visitas in situ. La población hace referencia a los habitantes que viven en el Municipio del Zulia, Norte de Santander. El muestreo corresponde a la zona rural del Zulia- La Unión. Se logró, realizar el diseño la vía terciaria, sector El Zulia – La Unión mediante el uso de placa huella, conforme a la Guía de Diseño de Pavimentos con Placa-huella del INVIAS del 2015. Se diseñó, la estructura en placa huella por el Método de diseño del pavimento con placa – huella, INVIAS del 2015. Seguidamente, se determinó el caudal de agua pluvial y recomendar si es necesario modificar las obras de drenaje estipulados en la guía de diseño para placa huellas. Posteriormente, se determinaron las cantidades de movimientos de tierras y cantidades de obra para la estructura del pavimento en placa - huella. Finalmente, se evaluó la propuesta estudiada mediante la estimación de los costos y el presupuesto total del proyecto teniendo como base los valores establecidos en el construprecios del 2020.

PALABRAS CLAVE: diseño geométrico, movimientos de tierras, diseño vial, caudal pluvial.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 170 **PLANOS:** _____ **ILUSTRACIONES:** _____ **CD ROOM:** 1

Elaboró		Revisó		Aprobó	
Equipo Operativo del Proceso		Comité de Calidad		Comité de Calidad	
Fecha	24/10/2014	Fecha	05/12/2014	Fecha	05/12/2014

COPIA NO CONTROLADA

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA TERCIARIA SECTOR EL ZULIA – LA UNIÓN,
MEDIANTE USO DE PLACA HUELLA, MUNICIPIO EL ZULIA, NORTE DE
SANTANDER.

JUAN ALEXANDER SANTIAGO CASTRO
NELSON HUMBERTO LEAL JAUREGUI

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2020

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA Terciaria SECTOR EL ZULIA – LA UNIÓN,
MEDIANTE USO DE PLACA HUELLA, MUNICIPIO EL ZULIA, NORTE DE
SANTANDER.

JUAN ALEXANDER SANTIAGO CASTRO

NELSON HUMBERTO LEAL JAUREGUI

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Ingeniero Civil

Director:

FRANCISCO JAVIER SUAREZ URBINA

Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

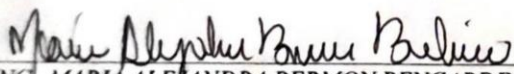
2020

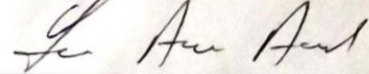
ACTA DE SUSTENTACION DE TRABAJO DE GRADO

FECHA: 18 DE JUNIO DEL 2020 HORA: 4:00 p. m.
LUGAR: VIDEO CONFERENCIA GOOGLE MEET
PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA CIVIL
TITULO DE LA TESIS: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA Terciaria SECTOR EL ZULIA LA UNIÓN, MEDIANTE USO DE PLACA HUELLA, MUNICIPIO DEL ZULIA NORTE DE SANTANDER."
JURADOS: ING. MARIA ALEJANDRA BERMON BENCARDINO
ING. YORDANY ALEXIS ALVAREZ SEPULVEDA
DIRECTOR: INGENIERO FRANCISCO JAVIER SUAREZ URBINA.

NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES:	CODIGO	CALIFICACION	
		NUMERO	LETRA
JUAN ALEXANDER SANTIAGO CASTRO	2110142	4,2	CUATRO, DOS
NELSON HUMBERTO LEAL JAUREGUI	2110105	4,2	CUATRO, DOS

APROBADA


ING. MARIA ALEJANDRA BERMON BENCARDINO


ING. YORDANY ALEXIS ALVAREZ SEPULVEDA

Vo. Bo.


JAVIER ALFONSO CARDENAS GUTIERREZ
Coordinador Comité Curricular



Vigilada por el Ministerio de Educación

GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS



**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA
LA CONSULTA, LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y LA PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO**

Cúcuta,

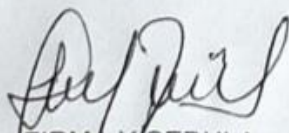
Señores
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS
Ciudad

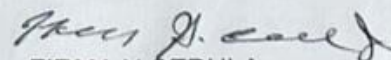
Cordial saludo:

JUAN ALEXANDER SANTIAGO CASTRO, identificado(s) con la C.C. N° 13.378.507 de Convención, y NELSON HUMBERTO LEAL JÁUREGUI identificado(s) con la C.C. N° 13.480.719 de Cúcuta, autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado titulado Diseño geométrico de la vía terciaria sector El Zulia La Unión mediante uso de placa huella municipio El Zulia, Norte de Santander presentado y aprobado en el año 2020 como requisito para optar al título de Ingeniero civil; autorizo(amos) a la biblioteca de la Universidad Francisco de Paula Santander, Eduardo Cote Lamus, para que con fines académicos, muestre a la comunidad en general a la producción intelectual de esta institución educativa, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo de grado en la página web de la Biblioteca Eduardo Cote Lamus y en las redes de información del país y el exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad Francisco de Paula Santander.
- Permita la consulta, la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD-ROM o digital desde Internet, Intranet etc.; y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

Lo anterior, de conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la ley 1982 y el artículo 11 de la decisión andina 351 de 1993, que establece que "**los derechos morales del trabajo son propiedad de los autores**", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.


FIRMA Y CEDULA
13.378.507


FIRMA Y CEDULA
C.C. 13480719.

Contenido

	pág.
Introducción	17
1. Problema	18
1.1 Título	18
1.2 Planteamiento del Problema	18
1.3 Formulación del Problema	18
1.4 Objetivos	18
1.4.1 Objetivo general	18
1.4.2 Objetivos específicos	19
1.5 Justificación	19
1.6 Alcances	20
1.7 Limitaciones	20
1.8 Delimitaciones	20
1.8.1 Delimitación espacial	20
1.8.2 Delimitación temporal	20
1.8.3 Delimitación conceptual	20
2. Marco Referencial	22
2.1 Antecedentes	22
2.2 Marco Teórico	23
2.2.1 Diseño geométrico	23
2.2.1.1 levantamiento topográfico	24
2.2.1.2 Diseño en planta	26

2.2.1.3	localizar de estacas	27
2.2.1.4	Nivelación del eje	27
2.2.1.5	Diseño en perfil	27
2.2.2	Diseño geométrico transversal	28
2.2.2.1	Sección transversal en tangente	28
2.2.2.2	Sección transversal en curva	29
2.2.3	Diseño estructural de la placa-huellas	41
2.2.3.1	Incidencia en la composición del tránsito	42
2.2.3.2	Índice del clima	42
2.2.3.3	Índice de capacidad de soporte de la subrasante	43
2.2.3.4	Característica de la mezcla de concreto	44
2.2.3.5	Resistencia del acero de refuerzo	44
2.2.3.6	Placa huella en concreto reforzado	45
2.2.3.7	Riostra	48
2.2.3.8	Juntas	51
2.2.3.9	Piedra pegada	53
2.2.3.10	Diseño estructural de la berma-cuneta y el bordillo	54
2.3	Marco Conceptual	61
2.4	Marco Contextual	62
2.5	Marco Legal	63
3.	Diseño Metodológico	66
3.1	Tipo de investigación	66
3.2	Población y Muestra	66

3.2.1 Población	66
3.2.2 Muestra	66
3.3 Instrumentos para la Recolección de Información	66
3.4 Técnicas de Análisis y Procesamiento de Datos	66
3.5 Presentación de Resultados	67
3.6 Administración del Proyecto	67
3.6.1 Recursos humanos	67
3.6.2 Recursos institucionales	67
3.6.3 Recursos materiales	67
4. Estudio Topográfico	68
4.1 Generalidades	68
4.2 Objetivos	19
4.3 Localización	68
4.4 Trabajo de Campo	69
4.5 Equipo Utilizado	70
4.6 Datos obtenidos en el Levantamiento	72
5. Diseño Geométrico en Planta, Perfil y Secciones Transversales	80
5.1 Diseño Geométrico en Planta	80
5.2 Diseño Geométrico en Perfil	81
5.3 Diseño de la Sección Transversal de la Vía	88
6. Estudio Geotécnico	89
7. Diseño de la Estructura del Pavimento	98
8. Estudio de Drenaje	101

9. Cantidades de Movimientos de tierras	107
10. Presupuesto General	125
11. Conclusiones	126
Referencias Bibliográficas	127
Anexos	129

Lista de Figuras

	pág.
Figura 1. Vista en planta y el perfil de la sección transversal de su tangente	29
Figura 2. Vista en planta y perfil curva tipo 1	30
Figura 3. Vista en planta y perfil curva tipo 2	31
Figura 4. Vista en planta y perfil curva tipo 3	32
Figura 5. Vista en planta y perfil curva tipo 4	33
Figura 6. Vista en planta y perfil curva tipo 5	34
Figura 7. Vista en planta y perfil curva tipo 6	35
Figura 8. Vista en planta y perfil curva tipo 7	36
Figura 9. Vista en planta y perfil curva tipo 8	37
Figura 10. Vista en planta y perfil curva tipo 9	38
Figura 11. Vista en planta y perfil curva tipo 10	39
Figura 12. Vista en planta y perfil curva tipo 11	40
Figura 13. Vista en planta y perfil curva tipo 12	41
Figura 14. Distribución del refuerzo en planta	47
Figura 15. Corte transversal de la placa huella	48
Figura 16. Corte longitudinal de la placa huella	48
Figura 17. Esquema en planta de la riostra en placa-huella	49
Figura 18. Corte longitudinal para la riostra	50
Figura 19. Corte transversal sección en placa huella	50
Figura 20. Corte transversal sección en piedra pegada	51
Figura 21. Junta transversal de construcción en la placa huella	52
Figura 22. Junta transversal de construcción de la riostra	52

Figura 23. Junta longitudinal entre placa-huella o berma-cuneta y la piedra pegada	53
Figura 24. Esquema en planta	55
Figura 25. Corte berma-cuneta sección en la cuneta.	55
Figura 26. Localización del Tramo	63
Figura 27. Localización del levantamiento topográfico	69
Figura 28. Navegador Garmin MAP60 Csx	70
Figura 29. Equipo SOKKIA SET 6 30R	71
Figura 30. Alineamiento horizontal	80
Figura 31. Elementos de la curva vertical simétrica	83
Figura 32. Elementos de la curva vertical asimétrica	84
Figura 33. Alineamiento horizontal	88
Figura 34. Ubicación de los apiques	89
Figura 35. CBR 1	91
Figura 36. CBR 2	92
Figura 37. CBR 3	93
Figura 38. CBR 4	94
Figura 38. CBR 5	95
Figura 40. CBR 6	96
Figura 41. CBR del proyecto	97
Figura 42. Estructura de pavimento en placa huella	100
Figura 43. Curvas intensidad-duración-frecuencia (IDF) de la Estación Tibú	103

Lista de Tablas

	pág.
Tabla 1. Tipos de curvas en función de la deflexión y el radio de la curvatura	30
Tabla 2. Valores de coeficiente de rugosidad (n)	57
Tabla 3. Criterios de diseño generalizados para estructuras de control	60
Tabla 4. Coordenadas norte, este y cotas	72
Tabla 5. Tipos de curvas en función de la deflexión y su radio	81
Tabla 6. Cuadro general de curvas simples diseñadas para la vía en estudio	81
Tabla 7. Relación entre la pendiente máxima y la velocidad específica de la tangente vertical	82
Tabla 8. Longitud mínima de la tangente vertical	82
Tabla 9. Valores de Kmin para el control de la distancia de visibilidad de parda y longitudes mínimas según el criterio de operación en curvas verticales	87
Tabla 10. Cálculo de CBR	90
Tabla 11. Valores mayores y menores	97
Tabla 12. Coeficiente de Impermeabilidad	102
Tabla 13. Cálculo de intensidades para diferentes periodos de retorno, Estación Tibú	104
Tabla 14. Movimiento de tierras	107
Tabla 15. Presupuesto general	125

Lista de Anexos

	pág.
Anexo 1. Cartera de elementos de curva 1	130
Anexo 2. Cartera de localización de la curva 1	131
Anexo 3. Cartera de elementos de curva 2	132
Anexo 4. Cartera de localización de la curva 2	133
Anexo 5. Cartera de elementos de curva 3	134
Anexo 6. Cartera de localización de la curva 3	135
Anexo 7. Cartera de elementos de curva 4	136
Anexo 8. Cartera de localización de la curva 4	137
Anexo 9. Cartera de elementos de curva 5	138
Anexo 10. Cartera de localización de la curva 5	139
Anexo 11. Cartera de elementos de curva 6	140
Anexo 12. Cartera de localización de la curva 6	141
Anexo 13. Cartera de elementos de curva 7	142
Anexo 14. Cartera de localización de la curva 7	143
Anexo 15. Cartera de elementos de curva 8	144
Anexo 16. Cartera de localización de la curva 8	145
Anexo 17. Cartera de elementos Curva vertical 1	146
Anexo 18. Cartera de localización Curva vertical 1	147
Anexo 19. Cartera de elementos Curva vertical 2	148
Anexo 20. Cartera de localización Curva vertical 2	149
Anexo 21. Cartera de elementos Curva vertical 3	150
Anexo 22. Cartera de localización Curva vertical 3	151

Anexo 23. Análisis de Precios Unitarios	152
Anexo 24. Registro fotográfico	163
Anexo 25. Esquema placa huellas	165
Anexo 26. Planta perfil	167
Anexo 27. Sesiones	169

Resumen

Este proyecto trata acerca de un diseño geométrico de la vía terciaria sector el Zulia – la unión – mediante uso de placa huella, municipio el Zulia, Norte de Santander. Para ello, se realizó un trabajo dirigido a una comunidad con la que se beneficiaron estudiantes de ingeniería civil. La recolección de información se obtuvo a través de exploraciones de campo de acuerdo a los estudios realizados en el terreno, cartera de campo en el estudio de tránsito, fotografías durante las visitas in situ. La población hace referencia a los habitantes que viven en el Municipio del Zulia, Norte de Santander. El muestreo corresponde a la zona rural del Zulia- La Unión. Se logró, realizar el diseño la vía terciaria, sector El Zulia – La Unión mediante el uso de placa huella, conforme a la Guía de Diseño de Pavimentos con Placa-huella del INVIAS del 2015. Se realizó, el levantamiento planimétrico y altimétrico del terreno natural. Se elaboró el diseño geométrico en planta, perfil y secciones transversales. Se realizó, el estudio de la subrasante realizando los ensayos de: Humedad natural, Análisis Granulométrico, Límites de Atterberg y obtener su capacidad de soporte de subrasante CBR (California Bearing Ratio). Se diseñó, la estructura en placa huella por el Método de diseño del pavimento con placa – huella, INVIAS del 2015. Seguidamente, se determinó el caudal de agua pluvial y recomendar si es necesario modificar las obras de drenaje estipulados en la guía de diseño para placa huellas. Posteriormente, se determinaron las cantidades de movimientos de tierras y cantidades de obra para la estructura del pavimento en placa - huella. Finalmente, se evaluó la propuesta estudiada mediante la estimación de los costos y el presupuesto total del proyecto teniendo como base los valores establecidos en el construprecios del 2020.

Abstract

This project deals with a geometric design of the tertiary road sector El Zulia - La Unión - using a footprint plate, El Zulia municipality, North Santander. For this, a work was carried out aimed at a community with which civil engineering students benefited. The information collection was obtained through field explorations according to the studies carried out in the field, field portfolio in the traffic study, photographs during the on-site visits. The population refers to the inhabitants who live in the Municipality of Zulia, Norte de Santander. The sampling corresponds to the rural area of Zulia- La Unión. The design of the tertiary road, El Zulia - La Unión sector was achieved through the use of footprint plate, in accordance with the 2015 INVIAS Pavement Design Guide with Plate-footprint. The planimetric and altimetric survey of the land was carried out natural. The geometric design in plan, profile and cross sections was elaborated. The study of the subgrade was carried out by performing the tests of: Natural humidity, Granulometric Analysis, Atterberg Limits and obtaining its capacity to support the subgrade CBR (California Bearing Ratio). The footprint plate structure was designed by the Pavement Design Method with plate - footprint, INVIAS of 2015. Next, the rainwater flow was determined and recommended if it is necessary to modify the drainage works stipulated in the design guide for plate footprints. Subsequently, the amounts of earthworks and amounts of work were determined for the pavement structure in slab - footprint. Finally, the studied proposal was evaluated by estimating the costs and the total budget of the project based on the values established in the 2020 budget.

Introducción

Según el DANE Actualmente en Colombia es difícil la intercomunicación terrestre de la población rural de la entidad territorial (municipio, distrito o departamento), debido a que por un lado de las vías están en mal estado, intransitables o con restricciones de tránsito y por otro hay deficiente mantenimiento. Algunas de las vías tienen deterioro de la superficie para la circulación de vehículos o no han sido atendidos los puntos críticos. Hay situaciones que aportan al deterioro como algunos tratamientos anteriores que se hicieron con deficiencias o la falta de mantenimiento.

Esto genera congestión en las vías por pasos restringidos, junto con el aumento de los tiempos de viaje y baja comercialización de productos del municipio. Se retrasan actividades como el acceso oportuno a servicios médicos, hay un aumento en los costos de transporte de carga y pasajeros, también inasistencia de estudiantes a escuelas y colegios, junto con un incremento de los precios de los productos de la región.

Para surge la siguiente propuesta de diseño geométrico en placa huella, la misma contara con los estudios de suelos, diseño del corredor vial, topografía, diseños hidráulicos, costos y presupuestos, que ayuden desde la academia a resolver los problemas de movilidad he inconvenientes de desplazamiento de los habitantes del sector la Unión en el municipio del Zulia ya que estos no cuentan con una carretera bien constituida mediante la cual se puedan desplazar, ofertar sus productos y acceder a los servicios básicos con los que toda población debería contar.

1. Problema

1.1 Título

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA Terciaria SECTOR EL ZULIA – LA UNIÓN –
MEDIANTE USO DE PLACA HUELLA, MUNICIPIO EL ZULIA, NORTE DE
SANTANDER.

1.2 Planteamiento del Problema

El municipio del Zulia – La Unión no cuenta con vías adecuadamente constituidas, actualmente la intercomunicación terrestre es difícil esto debido al mal estado, ausencia de infraestructura y falta de mantenimiento de las vías, esto provoca que la comunidad tenga mayores tiempos en el desplazamiento, se retrasa el acceso a los servicios médicos, no hay entrega oportuna de mercancías disminuyendo el comercio en la región, todo esto conlleva a un aumento en los costos de los habitantes, es por esto que se hace necesario una propuesta que satisfaga las necesidades de movilidad de la región incrementando así las oportunidades de la misma.

1.3 Formulación del Problema

¿Se requiere una propuesta con la cual se resuelvan los problemas de movilidad del sector el Zulia – La Unión, esta debe incluir el diseño mediante placa huella?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general. Realizar el diseño la vía terciaria, sector El Zulia – La Unión mediante el uso de placa huella, conforme a la Guía de Diseño de Pavimentos con Placa-huella

del INVIAS del 2015.

1.4.2 Objetivos específicos. Realizar el levantamiento planimétrico y altimétrico del terreno natural.

Realizar el diseño geométrico en planta, perfil y secciones transversales.

Realizar estudio de la subrasante realizando los ensayos de: Humedad natural, Análisis Granulométrico, Límites de Atterberg y obtener su capacidad de soporte de subrasante CBR (California Bearing Ratio).

Diseñar la estructura en placa huella por el Método de diseño del pavimento con placa – huella, INVIAS del 2015.

Determinar el caudal de agua pluvial y recomendar si es necesario modificar las obras de drenaje estipulados en la guía de diseño para placa huellas.

Determinar las cantidades de movimientos de tierras y cantidades de obra para la estructura del pavimento en placa - huella.

Valorar la propuesta estudiada mediante la estimación de los costos y el presupuesto total del proyecto teniendo como base los valores establecidos en el construprecios del 2020.

1.5 Justificación

Toda carretera es una estructura especialmente condicionada y capacitada para el transporte de personas, comercio y servicios, esta debe garantizar las condiciones mínimas de seguridad y comodidad para los usuarios y habitantes de la región, es por esto que se hace indispensable mantenerlas en condiciones óptimas ya que las mismas son sinónimo de prosperidad bienestar.

1.6 Alcances

Realizar los diseños en placa huella de la vía terciaria el Zulia – La Unión del municipio del Zulia, Norte de Santander, el cual consta de una longitud de 1000 metros específicamente en las abscisas K0+000 a km 1+000 (tramo 1), realizando todos los estudios necesarios para su realización.

1.7 Limitaciones

La localización y el transporte hacia el lugar del proyecto representa un gran gasto para el proyecto.

El levantamiento topográfico del corredor vial debido a la distancia donde se encuentra el proyecto supone un gasto extra debido a la falta de información de la zona.

La ausencia de datos históricos para la proyección de la tasa de crecimiento del tránsito vehicular.

1.8 Delimitaciones

1.8.1 Delimitación espacial. El corredor vial se localiza en el sector del municipio del Zulia – la Unión en Norte de Santander, en las abscisas mencionadas cuya longitud total de los tramos es de 1000 metros.

1.8.2 Delimitación temporal. El proyecto se realizará en un periodo de 4 meses contados a partir de la fecha de aprobación del anteproyecto.

1.8.3 Delimitación conceptual. Se tendrá las siguientes nociones relacionadas en Infraestructura Vial como: Carretera, Carretera Afirmada, Afirmado, Carretera No Pavimentada,

Carretera Pavimentada, Placa huella, Rasante, Subrasante, Subbase, Concreto ciclópeo, Concreto, Concreto reforzado, Acero de refuerzo, berma, corona, Cuneta, riostra, base granular, talud, peralte.

2. Marco Referencial

2.1 Antecedentes

A nivel nacional existen los siguientes proyectos que están relacionados con el alcance de esta propuesta, los proyectos son:

Un proyecto dirigido corresponde a los estudiantes Linda Yined Castro Guevara y Deisy Sabogal Rojas de la Universidad Santo Tomas, quienes realizaron: “PRE-diseño estructural de placa huella y obras de arte para la vía terciaria entre fόμεque y la vereda lavadero”. En este proyecto se genera una alternativa de solución que contribuya a mejorar la calidad y el servicio de la infraestructura vial terciaria, mediante el Pre-diseño estructural de una Placa Huella y las Obras de Arte para la vía terciaria que comunica el Municipio de Fόμεque con la Vereda Lavadero, y permitir así el tránsito seguro de los usuarios que hacen uso de esta.

Otro trabajo de grado es de Melany Pérez Ovallos y Anggy Tatiana Roperó Garcia, de la Universidad Francisco de Paula Santander, titulado “Análisis comparativo de alternativas para el mejoramiento y mantenimiento de la vía terciaria puerto Villamizar a intersección con la ruta 55 pr 50 + 00 en el municipio de san José de Cúcuta”, Este trabajo se realizó con la finalidad de proponer dos alternativas de solución a la problemática presente en la vía Puerto Villamizar a intersección con la ruta 55 PR50 + 00 en el municipio de San José de Cúcuta, la cual existe por la falta de mejoramiento y mantenimiento de la misma y no se encuentra transitable por lo que dificulta el acceso a este corregimiento; así como también el transporte de los productos agrícolas a las centrales de abastos, entre otros. Para lo cual se tendrá en cuenta alguna opción de pavimento alternativo para la vía antes mencionada en cuestión.

2.2 Marco Teórico

Según la guía para placa huella, las vías de este tipo constituye una solución efectiva para vías terciarias de carácter veredal que presentan un presupuesto bajo y un volumen de tránsito escaso con muy pocos buses y camiones al día sienten los automóviles los camperos y las motocicletas el mayor componente del flujo vehicular.

Elaborar el diseño geométrico, ofrece a sus usuarios condiciones de comodidad y seguridad.

No requerir de acciones de mantenimiento diferentes a la limpieza de las obras de drenaje y la rocería de las zonas laterales.

No requerir mayores modificaciones a la geometría de la vía existente.

Reducir los costos de construcción mediante el uso de concreto ciclópeo.

Ofrece la posibilidad de utilizar materiales y mano de obra locales, por lo tanto, se tiene en cuenta los siguientes parámetros:

2.2.1 Diseño geométrico. El primer conjunto de actividades a llevar a cabo para la ejecución del proyecto corresponde a la elaboración del diseño geométrico de la vía a pavimentar con Placa-huella. Respecto a este diseño es pertinente anotar lo siguiente:

El diseño no debe cambiar la geometría de la vía existente. Las únicas modificaciones serían pequeños ajustes a la rasante para obtener un perfil longitudinal lo más uniforme posible y las ampliaciones de la banca hacia el interior de las curvas horizontales que requieran sobrecancho. Eventualmente sería necesario suplementar transversalmente la banca en aquellos sectores en donde la vía existente no alcance a tener el mínimo de cinco (5,0) metros de ancho.

Uno de los objetivos que se pretende con la elaboración del diseño geométrico es contar con un sistema de referencia que permita la correcta construcción de la obra. Este sistema de referencia es el abscisado materializado con estacas a lo largo de la vía.

Dado que no se realizarían rectificaciones geométricas importantes no aplicaría el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del INVIAS.

A continuación, se sugiere una secuencia metodológica para la elaboración del diseño geométrico de la vía. Los pasos serían los siguientes.

2.2.1.1 levantamiento topográfico. Efectuar un recorrido a pie del tramo a pavimentar con el propósito de identificar estratégicamente los Puntos de Estación que constituyen los vértices de la Línea de Base

Materializar con mojones de concreto los Puntos de Estación

Establecer la Norte y asignar las coordenadas Norte, Este y Cota del Punto de Estación Uno (PE1). Lo ideal es poder realizar el levantamiento topográfico refiriéndolo al sistema Magna-Sirgas.

Identificar, utilizando jalones y EN FORMA APROXIMADA, el punto sobre el eje de la vía donde parece estar la posición del PC y el PT de cada curva. Lo anterior define las tangentes y las curvas.

Trazar la trayectoria del eje aproximado de la vía utilizando marcas provisionales que permanecerían solo mientras dure el levantamiento topográfico. Tales marcas pueden ser piedras de mediano tamaño, del orden de quince centímetros, o estacas si es posible.

En las tangentes las marcas se deben colocar espaciadas diez metros aproximadamente (10 m) y alineadas utilizando el jalón del PT anterior y el jalón del PC siguiente.

En las curvas el ingeniero (o el topógrafo) se debe imaginar que el eje de la vía sigue la trayectoria de un polígono de cinco metros (5 m) de lado y colocar marcas en sus vértices. Si al observar la curva se considera que es lo suficientemente amplia como para que la calzada no requiera sobreancho el polígono puede ser de diez metros (10 m) de lado.

Leer con la Estación Total las coordenadas de puntos de la sección transversal en cada marca, así:

Las coordenadas del punto donde está la marca. Dichas coordenadas corresponden al eje aproximado de la vía existente en dicha sección transversal. Esta lectura y su correspondiente en todas las demás secciones transversales se deben constituir como una línea de quiebre en el modelo digital para obtener así la trayectoria aproximada del eje.

Las coordenadas del pie de los taludes. Estas lecturas y su correspondiente en todas las demás secciones transversales se deben constituir como líneas de quiebre en el modelo digital para obtener así la trayectoria aproximada de los bordes de la vía existente.

Las coordenadas de la corona de los taludes. Estas lecturas y su correspondiente en todas las demás secciones transversales se deben constituir como líneas de quiebre en el modelo digital para obtener así la trayectoria aproximada de la línea de chaflanes.

Las coordenadas de puntos localizados a cinco metros (5 m) hacia afuera de la corona de los taludes. Estas lecturas y su correspondiente en todas las demás secciones transversales se deben constituir como líneas de quiebre en el modelo digital.

Dibujar el plano de la vía existente en el que aparece la trayectoria aproximada del eje, la corona y las líneas de chaflán. En el Plano No. 1, anexo a este documento, se presenta el ejemplo de un levantamiento topográfico.

2.2.1.2 Diseño en planta. Sobre el modelo digital del levantamiento de la vía existente (Plano No. 1) y utilizando el software apropiado se debe diseñar el eje en planta.

Para el diseño se debe:

Tratar de diseñar el eje superponiéndolo, hasta donde sea posible, a la trayectoria aproximada del eje de la vía existente.

Efectuar tanteos hasta encontrar la curva circular que mejor se ajuste al polígono que representa el eje aproximado de la vía existente.

Una vez encontrada la curva adecuada quedará identificada la posición exacta del PC y del PT la cual variará ligeramente, como es obvio, de la posición en la que se colocaron los jalones al momento de iniciar el levantamiento topográfico.

La posición del eje tendría eventuales ajustes dependiendo del requerimiento de sobreancho que presenten las curvas. Los ajustes deberán minimizar los pequeños cajeos o rellenos que se puedan necesitar para alojar dichos sobreanchos.

Una vez definido el eje en planta se contará con el abscisado indispensable para la correcta construcción de la obra. El software de diseño debe calcular el Listado de Coordenadas del Eje para localizarlo con la Estación Total.

2.2.1.3 localizar de estacas. A partir de la Línea de Base se deberá materializar el eje utilizando estacas u otro elemento adecuado.

2.2.1.4 Nivelación del eje. Estas líneas auxiliares corresponden a la cara exterior de los bordillos de las Berma-cunetas, es decir, están separadas el ancho de la corona en tangente de la vía ya pavimentada que es de cinco metros (5,0 m).

La nivelación se debe realizar con nivel de precisión y tomar como BM la cota asignada al Punto de Estación 1.

2.2.1.5 Diseño en perfil. Teniendo como referencia los perles longitudinales sobre la superficie existente de la vía, tanto a lo largo del eje proyectado como de los bordes de la corona una vez esté construido el pavimento, se debe diseñar la rasante en el eje.

Para el diseño se debe tener en cuenta lo siguiente:

La rasante se debe diseñar **POR ENCIMA DE LA SUPERFICIE EXISTENTE** dejando espacio para la subbase de quince centímetros (0,15 m) de espesor y las placa-huellas de diecisiete centímetros (0,17 m) de espesor. Lo anterior porque, como ya se indicó en párrafos anteriores, el criterio principal es no alterar la superficie existente en armado, superficie que se encuentra ya consolidada.

El espesor mínimo de la subbase en todos los puntos de la sección transversal es de quince centímetros (0,15 m). En tangente se debe tener en cuenta el bombeo de menos dos por ciento (-2%) lo que se traduce en que el espesor en el eje sea un poco mayor a quince centímetros.

En todas las curvas horizontales el peralte es de dos por ciento (2%). Como ya se conoce la deflexión y el radio de curvatura se puede saber si la curva requiere sobreancho y cuál es su

valor. La información anterior es relevante para definir la cota de la rasante en el eje de tal manera que en ningún punto de la sección transversal el espesor de la subbase sea inferior a quince centímetros.

También, como ya se ha manifestado, el diseño de la rasante debe corregir pequeñas concavidades que eventualmente pueda tener el perfil de la superficie existente. Dicha corrección se debe hacer con rellenos muy localizados y de poca magnitud.

El análisis del perfil de las secciones transversales existentes, obtenido con el modelo digital del levantamiento topográfico, también debe tomarse en cuenta para el diseño en perfil de la rasante en el eje.

2.2.2 Diseño geométrico transversal. Para el diseño de la sección se recomienda las estipulada en el manual de placa-huellas, estos parámetros se asumen para evitar que los camiones y buses circules sobre las franjas de piedra pegada.

2.2.2.1 Sección transversal en tangente. En la figura 1, se puede ver la vista en planta y el perfil de la sección transversal de su tangente.

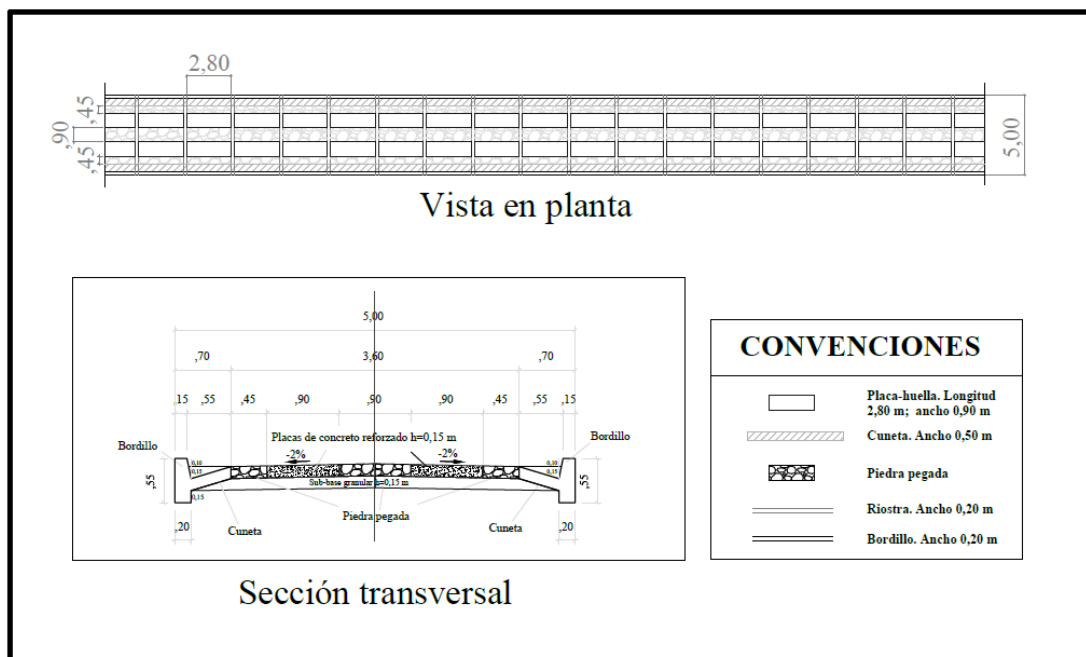


Figura 1. Vista en planta y el perfil de la sección transversal de su tangente

Fuente: INVIAS, 2008.

2.2.2.2 Sección transversal en curva.

Tipo de curva y sobre ancho. En las vías terciarias se utiliza como vehículo de diseño el camión C-3, Utilizando software especializado se determinó la trayectoria de las ruedas del camión recorriendo curvas circulares simples con diferentes combinaciones de deflexión y radio de curvatura.

El análisis anteriormente comentado permitió establecer 3 tipos de secciones transversales en curva dependiendo de su deflexión y su radio.

Tabla 1. Tipos de curvas en función de la deflexión y el radio de la curvatura

Curva tipo	Figura No.	Radio (m)	Deflexión Δ , en grados	Berma-cuneta exterior (m)	Piedra pegada exterior (m)	Placa-huella exterior (m)	Piedra pegada central (m)	Placa-huella interior 1 (m)	Placa-huella interior 2 (m)	Piedra pegada interior (m)	Berma-cuneta interior (m)	Ancho total calzada (m)	Longitud transición total (m)	Longitud transición sobreebanco (m)
1	1.3	> 150	$\Delta \leq 150$	0.70	0.45	0.90	0.90	0.90	0.00	0.45	0.70	5.00	0	0
2	1.4	$80 < R \leq 150$	$\Delta \leq 150$	0.70	0.45	1.35	0.45	1.35	0.00	0.00	0.70	5.00	6	0
3	1.5	$60 < R \leq 80$	$\Delta \leq 150$	0.70	0.45	1.35	0.45	1.35	0.00	0.00	0.70	5.00	9	0
4	1.6	$40 < R \leq 60$	$\Delta \leq 150$	0.70	0.45	1.35	0.45	1.35	0.00	0.00	0.70	5.00	12	0
5	1.7	$30 < R \leq 40$	$\Delta \leq 150$	0.70	0.45	1.80	0.00	1.80	0.00	0.00	0.70	5.45	12	3
6	1.8	$25 < R \leq 30$	$\Delta \leq 150$	0.70	0.45	1.80	0.00	1.80	0.00	0.00	0.70	5.45	15	3
7	1.9	$20 < R \leq 25$	$\Delta \leq 45$	0.70	0.45	1.80	0.00	1.80	0.00	0.00	0.70	5.45	15	3
8	1.10	$20 < R \leq 25$	$45 < \Delta \leq 150$	0.70	0.45	1.80	0.00	0.90	1.35	0.00	0.70	5.90	15	3
9	1.11	$11 < R \leq 20$	$\Delta \leq 30$	0.70	0.45	1.80	0.00	1.80	0.00	0.00	0.70	5.45	15	3
10	1.12	$11 < R \leq 20$	$30 < \Delta \leq 45$	0.70	0.45	1.80	0.00	0.90	1.35	0.00	0.70	5.90	15	6
11	1.13	$11 < R \leq 20$	$45 < \Delta \leq 90$	0.70	0.45	1.80	0.00	0.90	1.80	0.00	0.70	6.35	18	9
12	1.14	$11 < R \leq 20$	$90 < \Delta \leq 150$	0.70	0.45	1.80	0.00	1.35	1.80	0.00	0.70	6.80	21	9

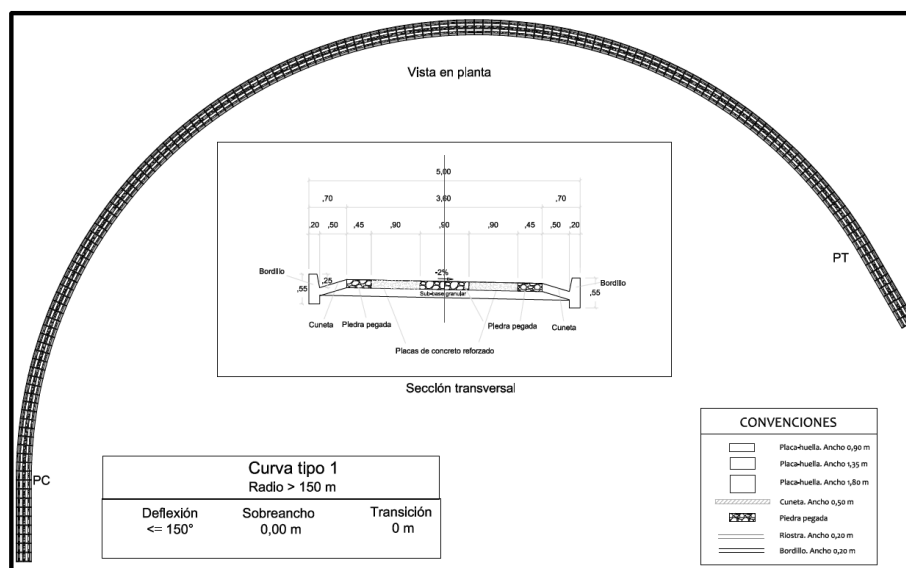


Figura 1.3 Vista en planta y perfil de la sección transversal en curvas TIPO 1 $\Delta \leq 150^\circ$ y $R_c > 150$ m

Figura 2. Vista en planta y perfil curva tipo 1

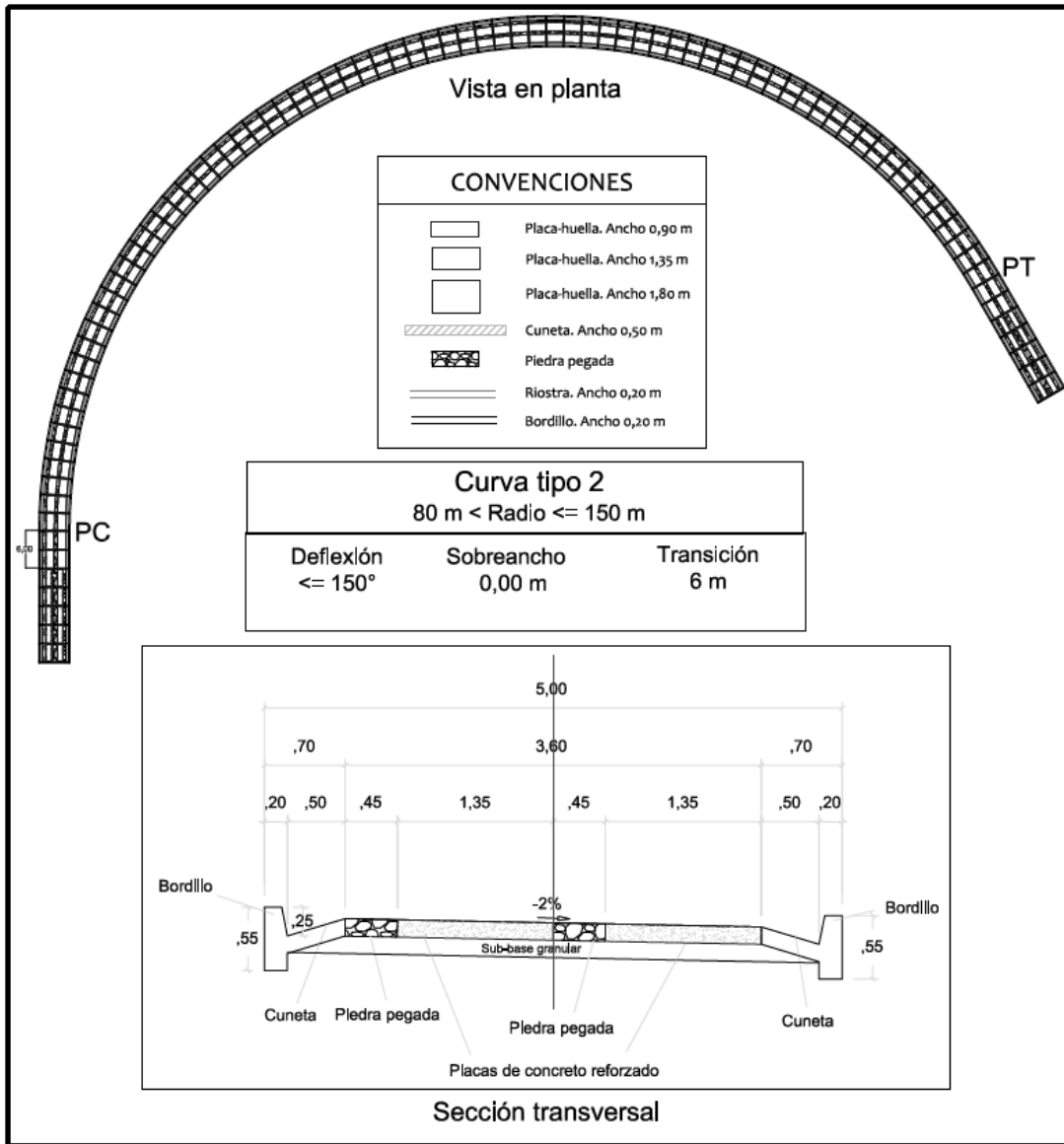


Figura 1.4 Vista en planta y perfil de la sección transversal en curvas TIPO 2 $\Delta \leq 150^\circ$ y $80 \text{ m} < R_c \leq 150 \text{ m}$

Figura 3. Vista en planta y perfil curva tipo 2

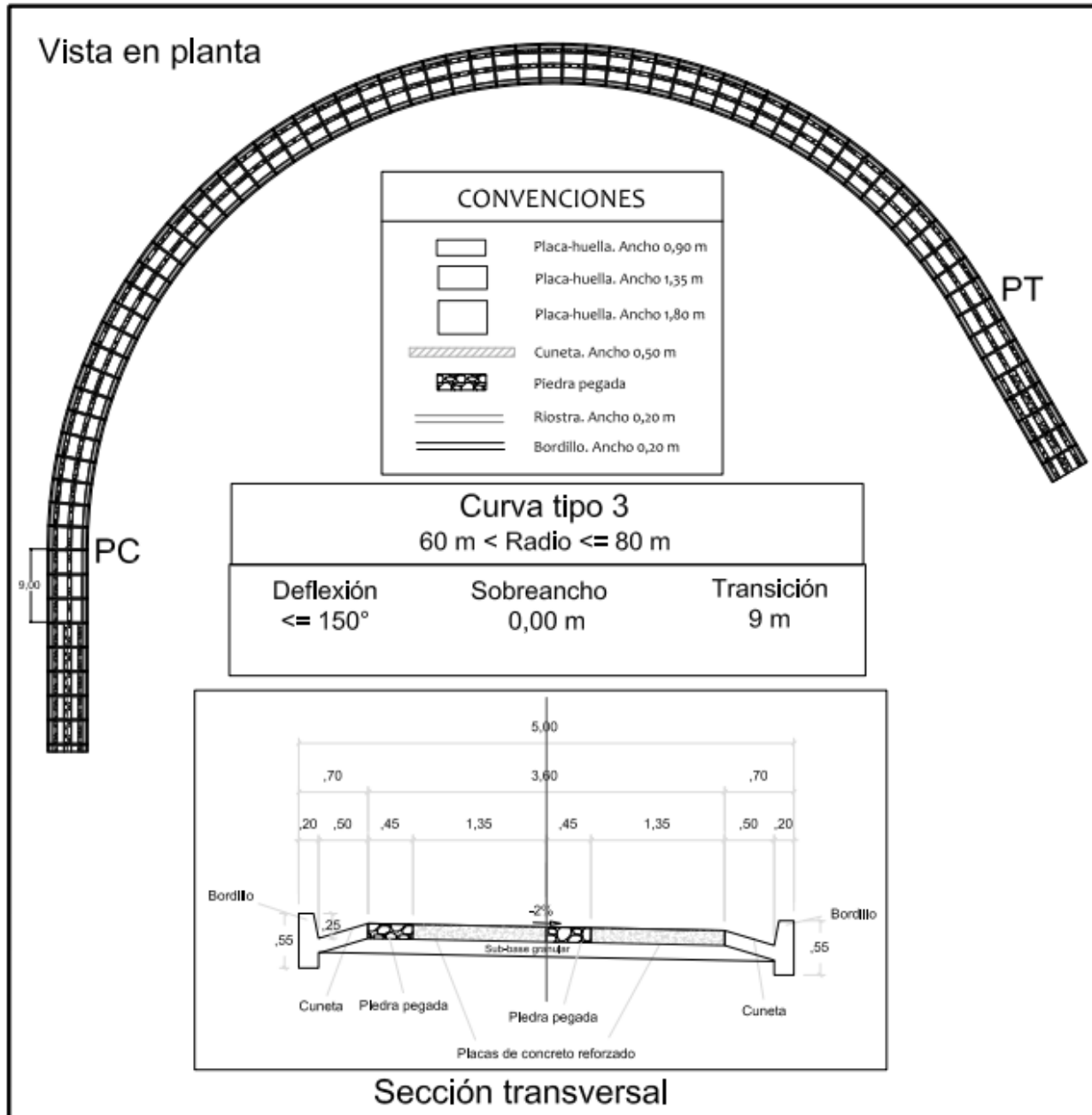


Figura 1.5 Vista en planta y perfil de la sección transversal en curvas TIPO 3 $\Delta \leq 150^\circ$ y $60 \text{ m} < R_c \leq 80 \text{ m}$

Figura 4. Vista en planta y perfil curva tipo 3

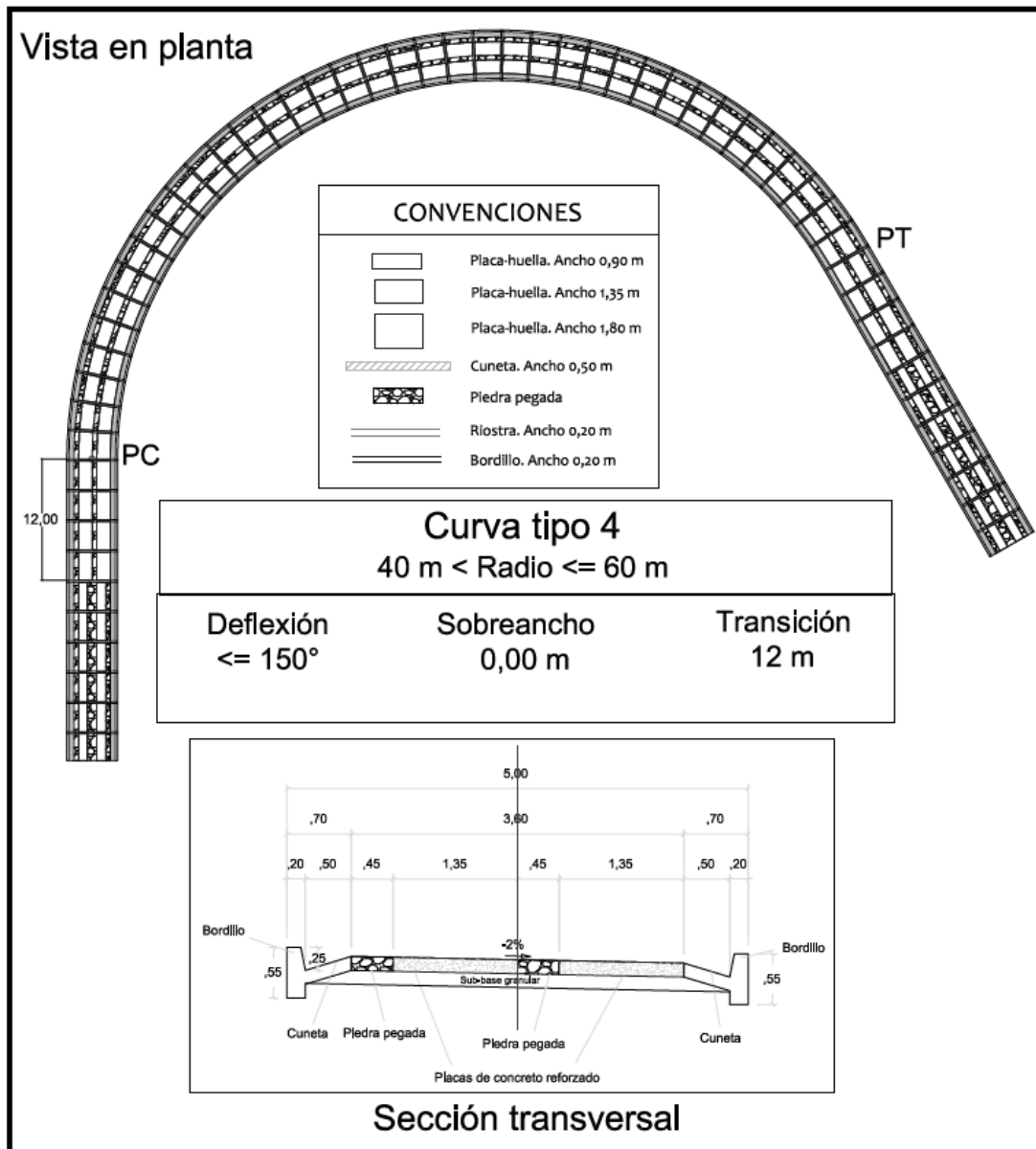


Figura 1.6 Vista en planta y perfil de la sección transversal en curvas TIPO 4 $\Delta \leq 150^\circ$ y $40 \text{ m} < R_c \leq 60 \text{ m}$

Figura 5. Vista en planta y perfil curva tipo 4

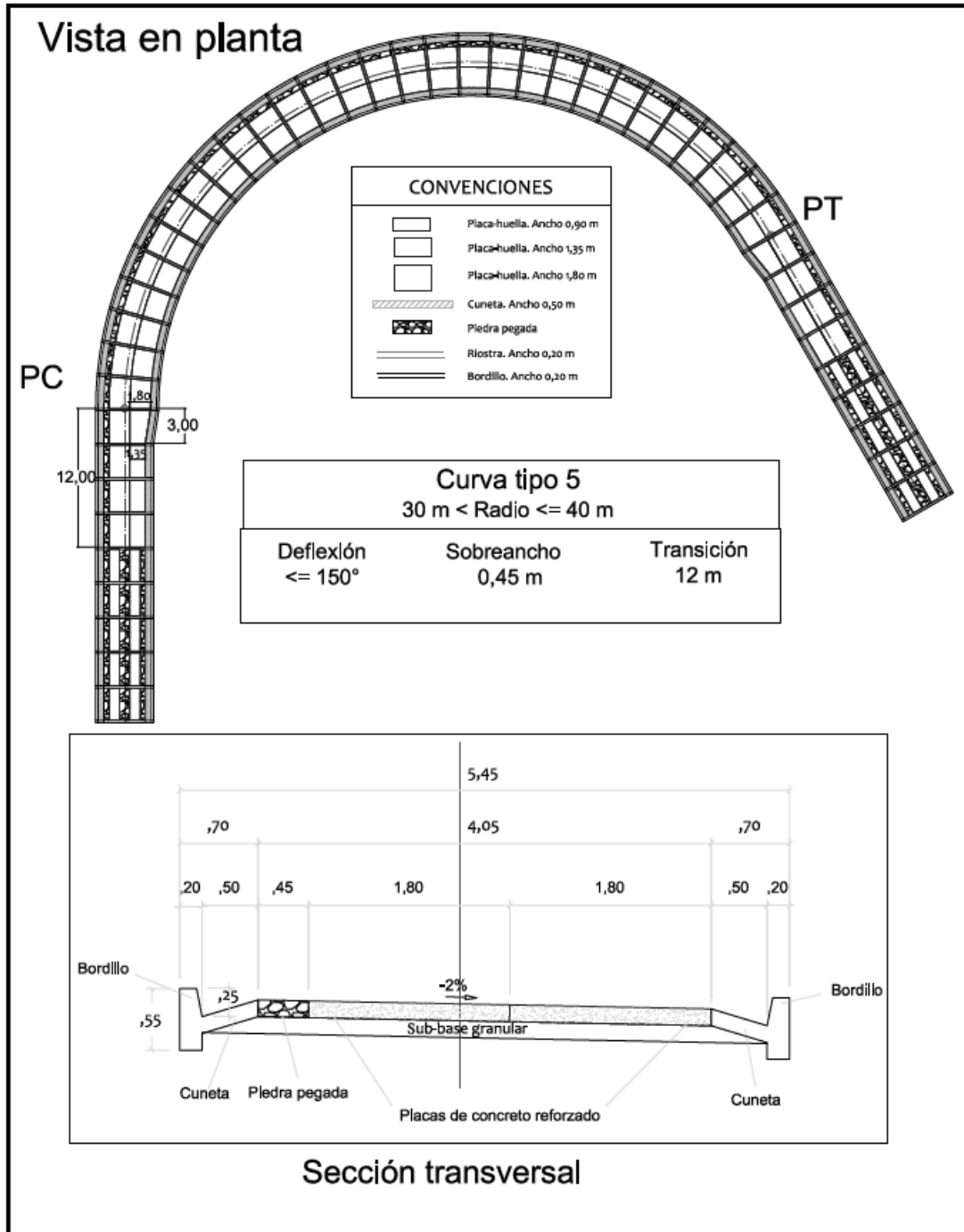


Figura 1.7 Vista en planta y perfil de la sección transversal en curvas TIPO 5 $\Delta \leq 150^\circ$ y $30 \text{ m} < R_c \leq 40 \text{ m}$

Figura 6. Vista en planta y perfil curva tipo 5

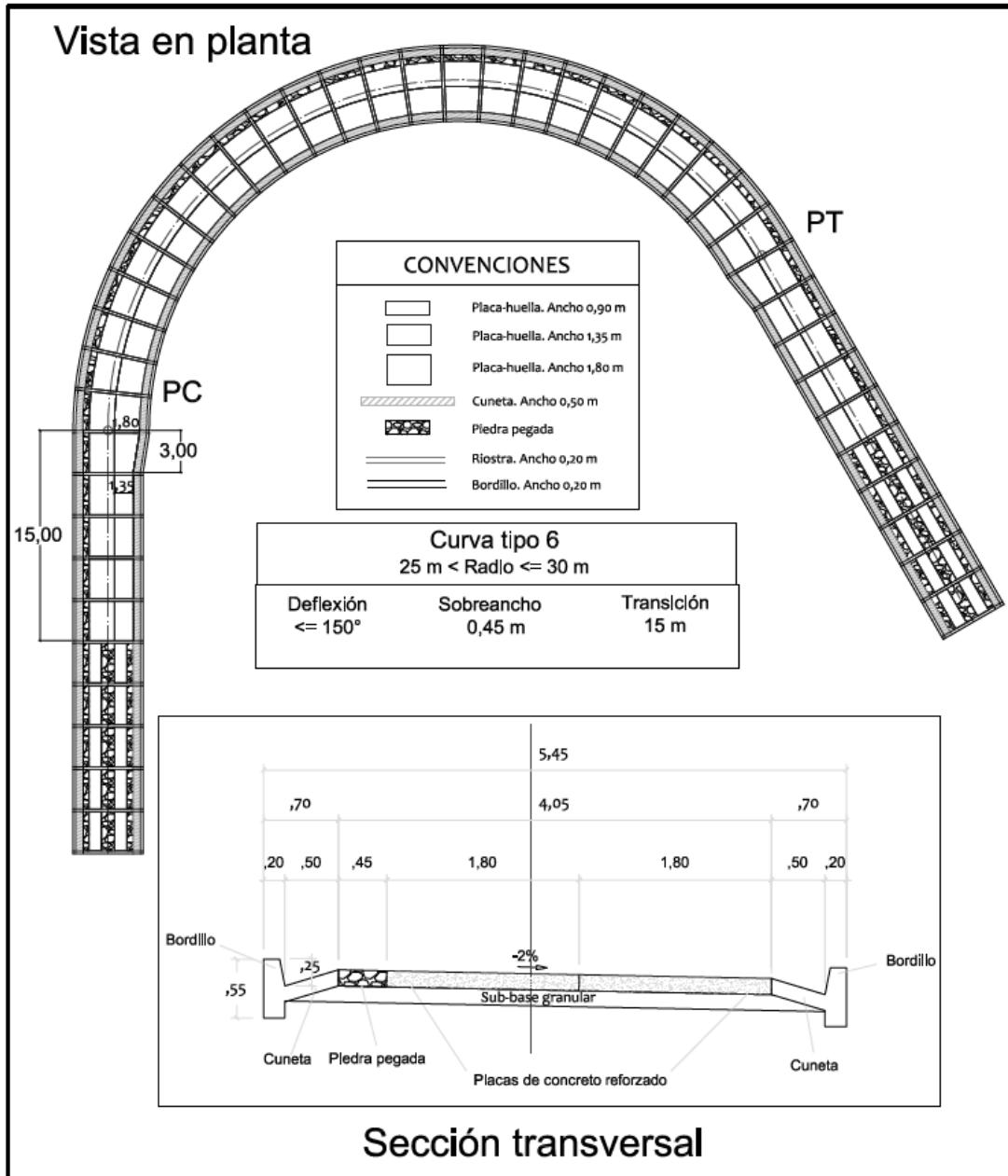


Figura 1.8 Vista en planta y perfil de la sección transversal en curvas TIPO 6 $\Delta \leq 150^\circ$ y $25 \text{ m} < R_c \leq 30 \text{ m}$

Figura 7. Vista en planta y perfil curva tipo 6

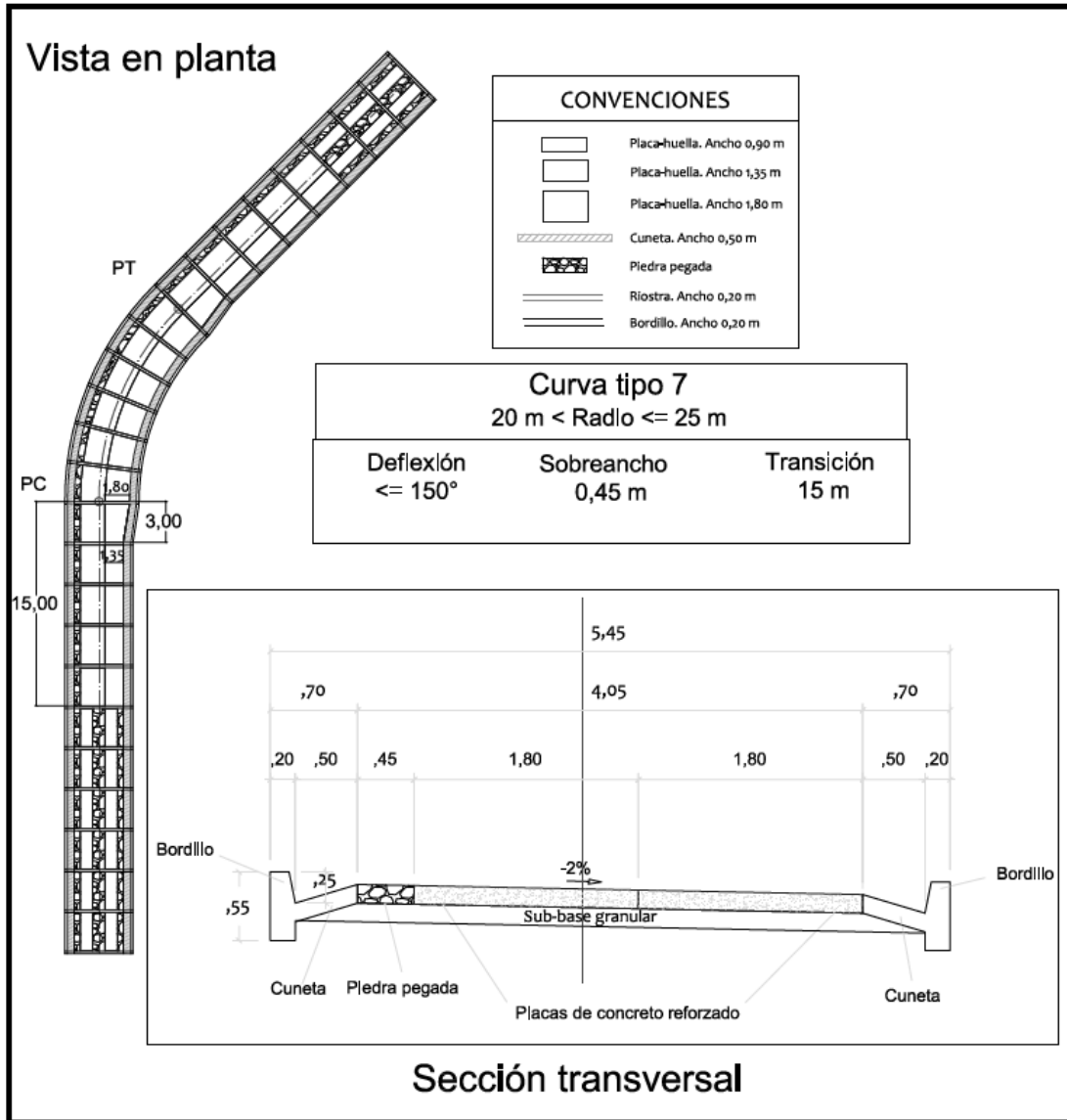


Figura 1.9 Vista en planta y perfil de la sección transversal en curvas TIPO 7 $\Delta \leq 45^\circ$ y $20 \text{ m} < R_c \leq 25 \text{ m}$

Figura 8. Vista en planta y perfil curva tipo 7

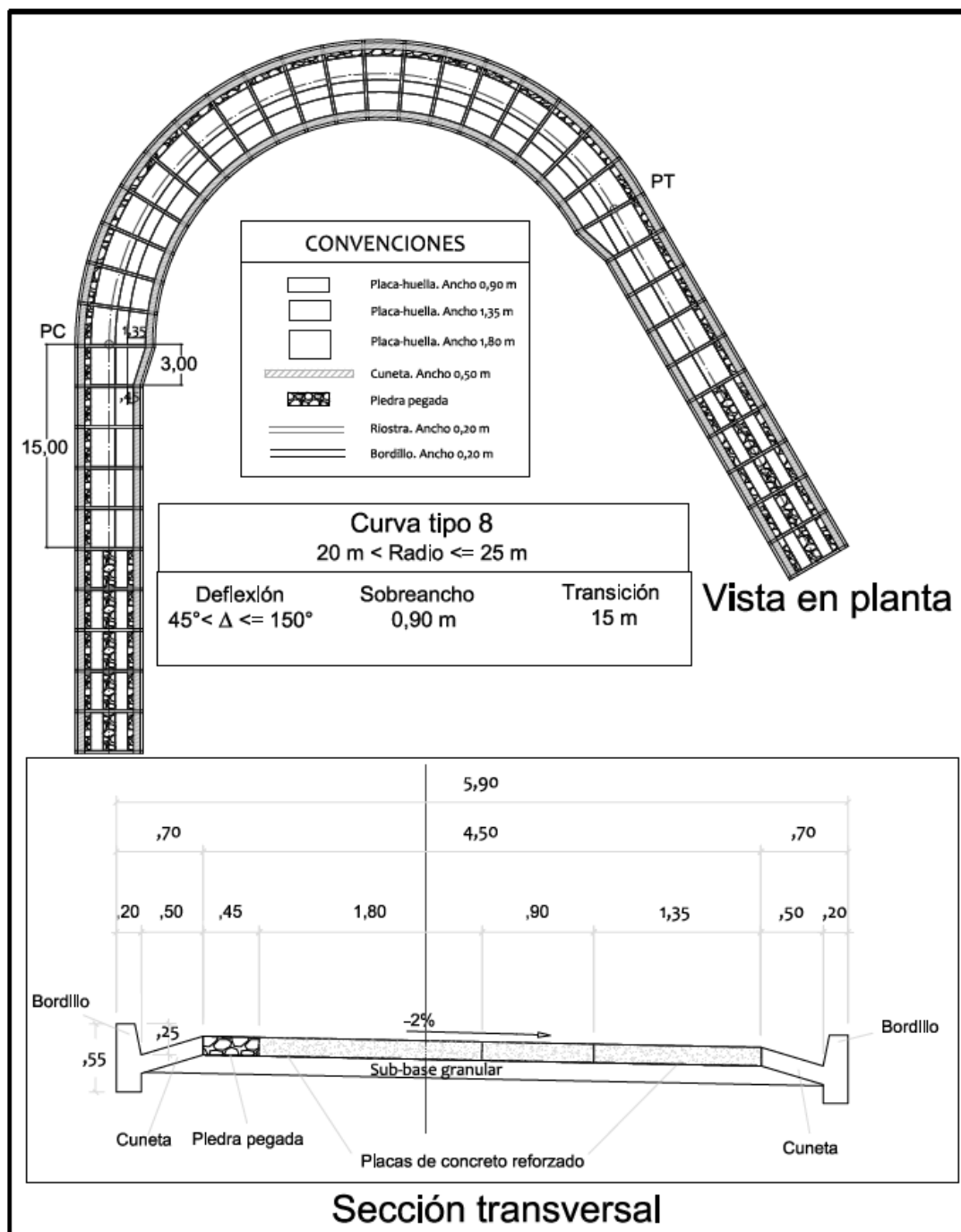


Figura 1.10 Vista en planta y perfil de la sección transversal en curvas TIPO 8 $45^\circ < \Delta \leq 150^\circ$ y $20 \text{ m} < R_c \leq 25 \text{ m}$

Figura 9. Vista en planta y perfil curva tipo 8

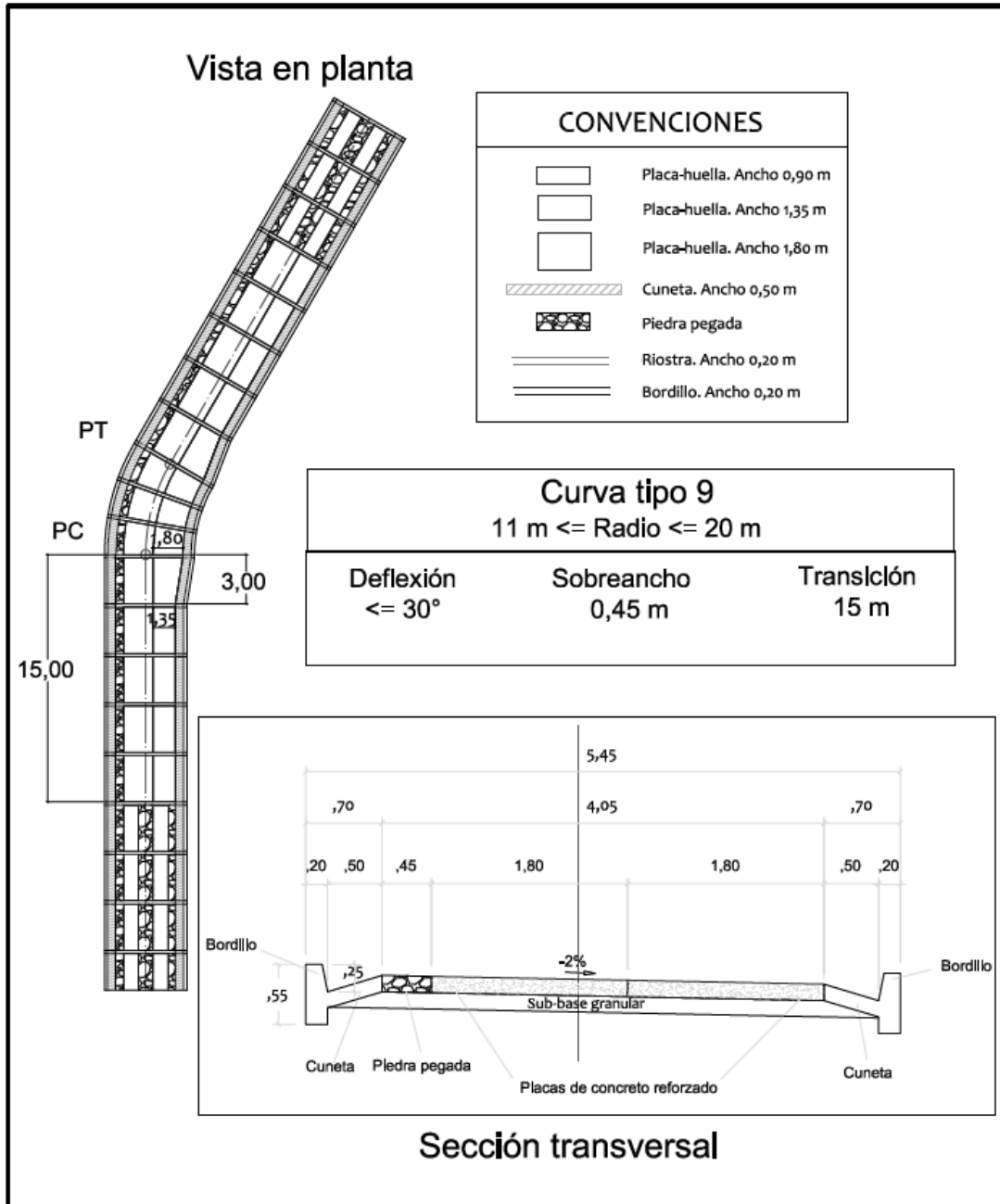


Figura 1.11 Vista en planta y perfil de la sección transversal en curvas TIPO 9 $\Delta \leq 30^\circ$ y $11 \text{ m} \leq R_c \leq 20 \text{ m}$

Figura 10. Vista en planta y perfil curva tipo 9

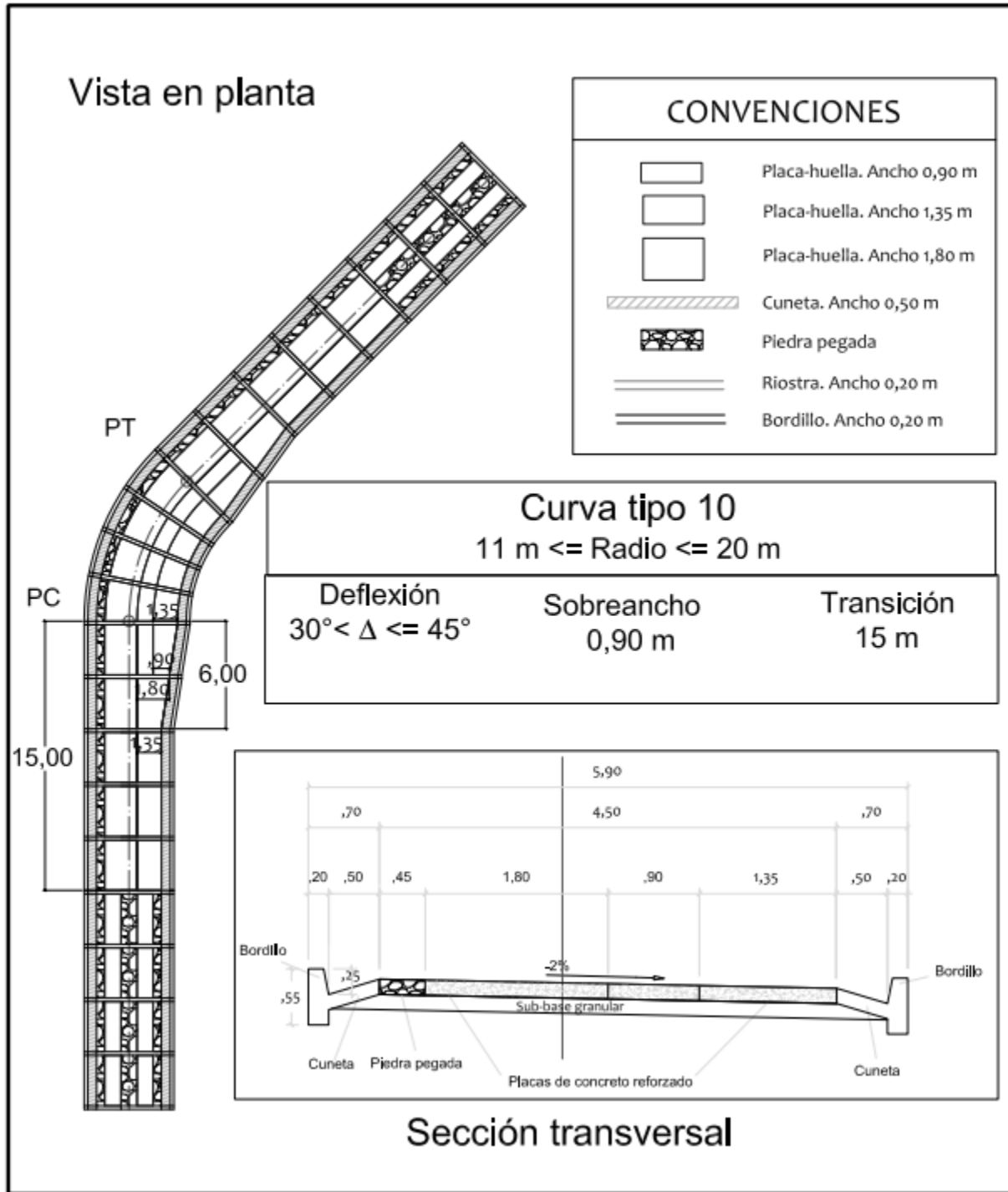


Figura 1.12 Vista en planta y perfil de la sección transversal en curvas TIPO 10 $30^\circ < \Delta \leq 45^\circ$ y $11 \text{ m} \leq R_c \leq 20 \text{ m}$

Figura 11. Vista en planta y perfil curva tipo 10

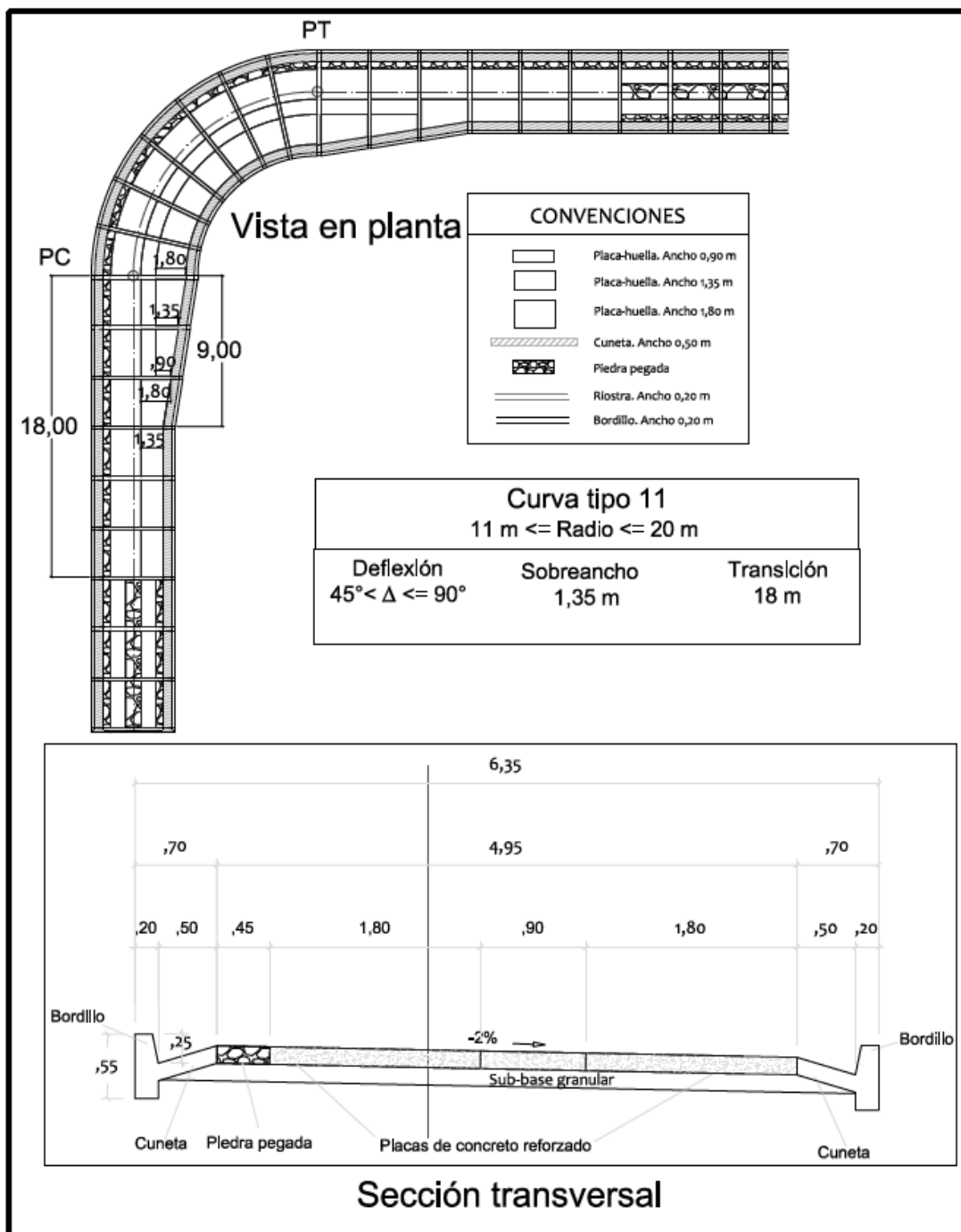


Figura 1.13 Vista en planta y perfil de la sección transversal en curvas TIPO 11 $45^\circ < \Delta \leq 90^\circ$ y $11 \text{ m} \leq R_c \leq 20 \text{ m}$

Figura 12. Vista en planta y perfil curva tipo 11

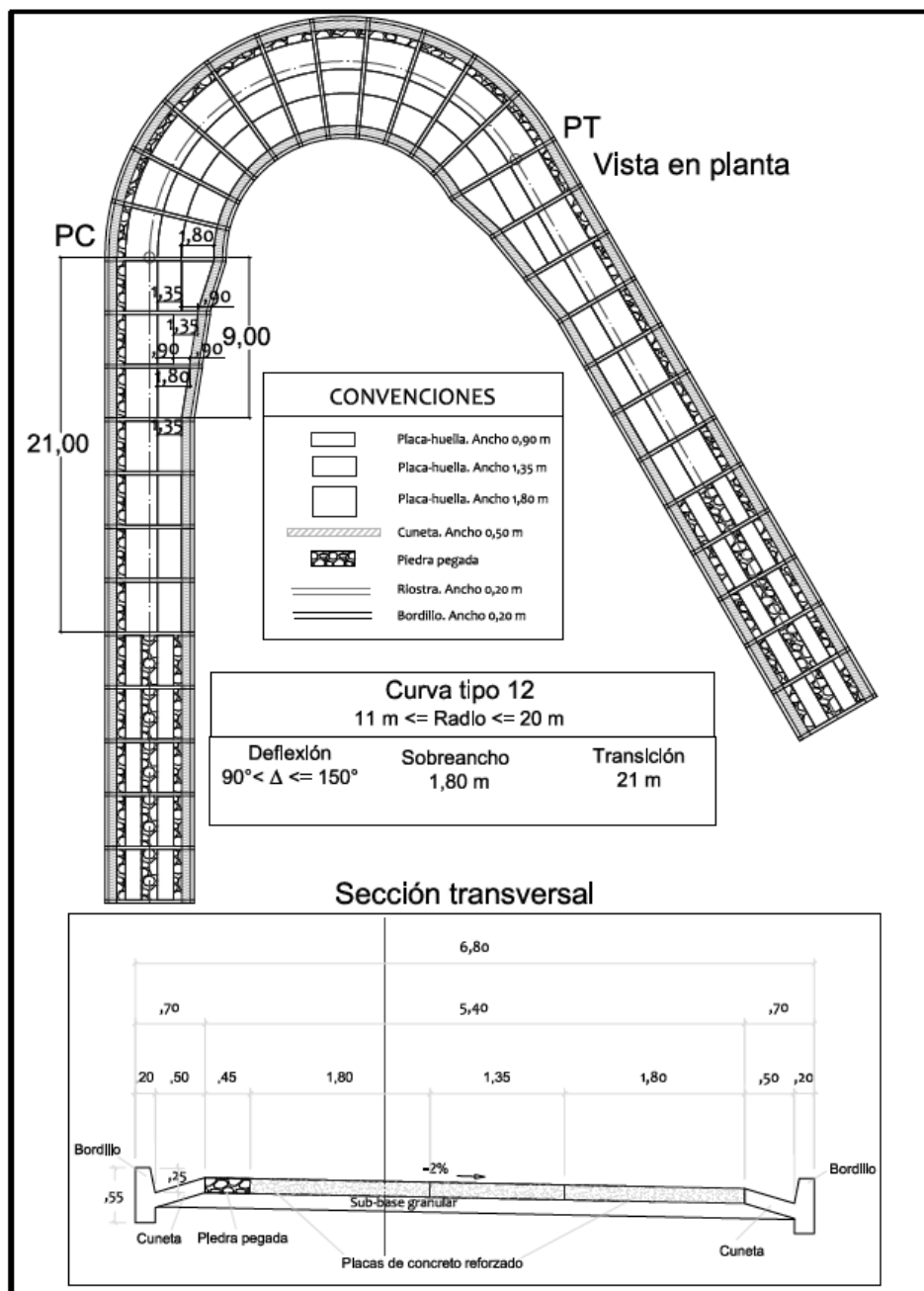


Figura 1.14 Vista en planta y perfil de la sección transversal en curvas TIPO 12 $90^\circ < \Delta \leq 150^\circ$ y $11 \text{ m} \leq R_c \leq 20 \text{ m}$

Figura 13. Vista en planta y perfil curva tipo 12

2.2.3 Diseño estructural de la placa-huellas. Para el diseño de la placa-huella se recomienda lo estipulado en el manual de invias, ver guía de diseño para placa-huella, para esto se hace necesario un estudio de suelos donde se demuestre que el CBR de la subrasante sea

mínimo del 3%, el dato arrojado por los estudios de suelos demuestra que la subrasante de soporte cumple con estas condiciones para la placa-huella.

El espesor de la placa huella será de 0.15 mts, y de la subbase granular de 0.15 mts respectivamente.

2.2.3.1 Incidencia en la composición del tránsito. Si ningún vehículo que pueda circular por el pavimento con Placa-huella, de menor peso que el camión C-3, le produce falla a la placa-huella reforzada resulta innecesario efectuar estudios de tránsito (conteos, proyecciones, etc.) tendientes a estimar el volumen de tránsito que podría generar falla en dicho pavimento. La única razón para realizar estudios de tránsito sería establecer si la vía demandaría la circulación de vehículos con dimensiones y peso mayores que los del C-3 durante el periodo de diseño.

En caso de identificarse la necesidad que durante la vida útil del pavimento a construir deban transitar por él vehículos de dimensiones y peso superiores a las del C-3, la construcción del pavimento con Placa-huella reforzada no sería viable y se sometería a otros análisis.

2.2.3.2 Índice del clima. La temperatura y la precipitación son dos variables climáticas que ejercen influencia en el comportamiento de los pavimentos.

La temperatura influye específicamente en las losas de concreto produciendo esfuerzos por alabeo que son consecuencia de gradientes térmicos. Dado que el acero de refuerzo de las placa-huellas absorbe estos esfuerzos la caracterización de la temperatura en la zona del proyecto es irrelevante.

Al contrario de la temperatura la caracterización de la precipitación es de especial importancia ya que se requiere para el dimensionamiento y localización de las obras de drenaje

encargadas de evacuar las aguas lluvias o de cualquier otra índole que puedan acceder a la vía.

En el informe hidráulico se consignan las recomendaciones para el diseño del drenaje.

2.2.3.3 Índice de capacidad de soporte de la subrasante. La capacidad de soporte de la subrasante es determinante en la rigidez del conjunto

subrasante-subbase siendo este conjunto el apoyo sobre el que se construyen los elementos estructurales que integran el pavimento como son las placas-huella, las riostras, la piedra pegada, las berma-cunetas y los bordillos.

Como en todos los casos la subbase tiene quince centímetros (0,15 m) de espesor y tanto las características del material como de su proceso constructivo están normalizados por el Instituto Nacional de Vías. La rigidez del conjunto subrasante-subbase depende de la rigidez de la subrasante.

Los diseños estructurales indican que se requiere que la subrasante tenga un valor de CBR mínimo de tres por ciento (3%) para garantizar el debido apoyo al pavimento con Placa-huella. En caso que la subrasante no cumpla con este requisito o se identifique la presencia de suelos expansivos se deberá realizar, con asesoría de un especialista si fuese necesario, el respectivo mejoramiento.

Para el presente diseño se identifica que los ensayos de laboratorio arrojan valores de CBR por encima del 3% recomendado esto según los calculo entregados por el Ingeniero José Omar Torres en su informe de ensayo de CBR, por lo tanto, aplica para el presente diseño la guía de placa y los diseños de la estructura de la misma.

2.2.3.4 Característica de la mezcla de concreto. Los parámetros de la mezcla deben ser:

Resistencia a la compresión a los 28 días $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Tamaño máximo del agregado grueso $T_{\text{máx.}} = \text{Treinta y ocho milímetros (38 mm)}$.

Asentamiento = Cinco (5) centímetros.

2.2.3.5 Resistencia del acero de refuerzo. El acero se define por su resistencia y se contempla mínimo de f_y :

$4200 \text{ Kg/cm}^2 \leq f_y \leq 5200 \text{ Kg/cm}^2$ (CCP-14).

Para el cálculo de las pérdidas menores producidas por los accesorios colocados en la línea de conducción, tales como las válvulas, los codos, las tees, las reducciones, las ampliaciones y otros accesorios debe utilizarse la siguiente ecuación:

Independiente del diámetro o varilla a usar en los elementos estructurales. Según las barras de refuerzo corrugado deben ser de acero de baja aleación que cumplan con las Normas NTC-2289- (ASTM A706M). No se permite el uso de acero corrugado de refuerzo fabricado bajo la norma NTC 245, ni aceros trabajados en frío o trefilado, Seguir lo indicado en el capítulo C-7 de la norma NSR-2010.

Cuando sea necesaria ductilidad o soldadura, deben especificarse aceros que cumplan con las exigencias de las normas ASTM A 706 “Low Alloy Steel Deformed Bars for Concrete Reinforcement”.

El módulo de elasticidad del acero se define $E_s=200.000$ Mpa.

2.2.3.6 Placa huella en concreto reforzado. Como se muestra a continuación:

Dimensiones del refuerzo. El diseño de la Placa huella reforzada conforme los resultados mostrados en el Anexo 3, establecen que los efectos derivados de la disminución de la longitud de la placa, mejores condiciones de apoyo o mayor ancho de la huella permiten una leve disminución de los esfuerzos en los elementos, que mejoran las condiciones de seguridad, pero no ameritan el cambio del refuerzo de la misma. Por lo anterior la placa-huella tendrá las siguientes características:

Longitud:

La longitud puede fluctuar entre un valor mínimo de un metro (1,00 m) y un valor máximo de dos metros con ochenta centímetros (2,80 m).

Ancho:

Las placas-huella pueden ser de tres anchos:

Noventa centímetros (0,90 m).

Un metro con treinta y cinco centímetros (1,35 m).

Un metro con ochenta centímetros (1,80 m).

Espesor:

Quince centímetros (0,15 m). El espesor es igual para todos los tamaños de placa-huella.

Refuerzo longitudinal:

Una varilla número 4 cada quince centímetros (1#4@0,15).

Refuerzo transversal:

Una varilla número 2 cada treinta centímetros (1#2@0,30).

La longitud de traslape de las varillas longitudinales #4 es de mínimo sesenta (60 cms) centímetros.

Con referencia al refuerzo requerido por las placas-huellas es pertinente manifestar:

Los mayores esfuerzos se presentan en la placa-huella de dos metros con ochenta centímetros (2,80 m) de longitud y noventa centímetros de ancho (0,90 m). A medida que la longitud disminuye o el ancho aumenta los esfuerzos tienden a ser menores. Sin embargo, la disminución de los esfuerzos, y por consiguiente del requerimiento de refuerzo, no es lo suficientemente sensible como para justificar, desde los puntos de vista constructivo y económico, proponer diseños diferenciales.

El refuerzo arriba indicado es el resultado del análisis estructural del caso crítico y por lo expuesto en el párrafo anterior también se debe usar para todas las placas-huella independientemente de su forma y dimensiones. Se menciona la forma porque en las curvas horizontales resultan placas-huella ligeramente trapezoidales debido a que las riostras no son totalmente paralelas y a que en la transición del sobreancho también algunas placa-huellas tienen forma trapezoidal.

Esquema planta. Perfil y detalles de aceros para placas huellas:

A continuación, se presentan los esquemas de los aceros de refuerzos para placa-huella estipulado por el instituto nacional de vías (INVIAS).

El acero de refuerzo se debe colocar en la mitad del espesor de la placa-huella, lo que implica un recubrimiento de siete y medio centímetros (0,075 m) tanto en la cara superior como en la inferior.

Colocar el acero en la mitad del espesor parece improcedente ya que allí está el eje neutro. Sin embargo, el cálculo estructural de la placa-huella, presente en el manual de placa-huellas, parten de que el acero está en el centro del espesor, posición que es beneficiosa ya que ésta única parrilla de refuerzo sirve para absorber esfuerzos tanto positivos como negativos que se producen por el desplazamiento de las cargas móviles. Además, permite cumplir con el recubrimiento mínimo establecido por el Código.

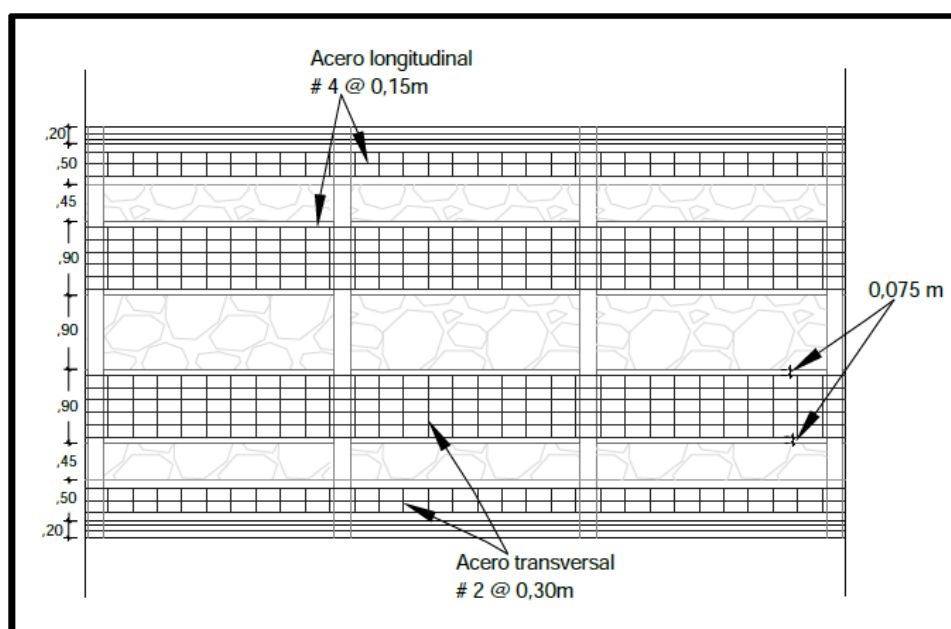


Figura 14. Distribución del refuerzo en planta

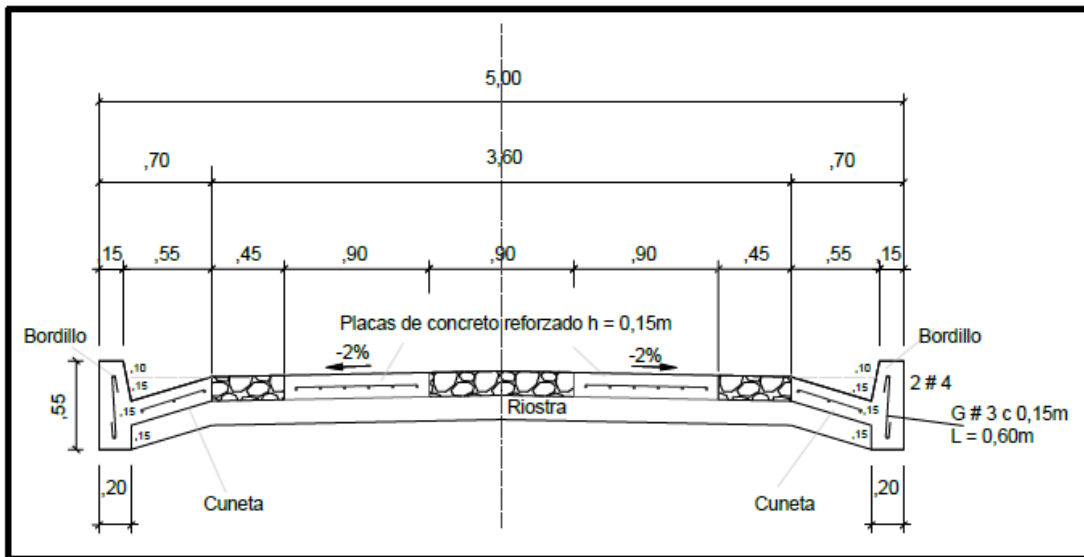


Figura 15. Corte transversal de la placa huella

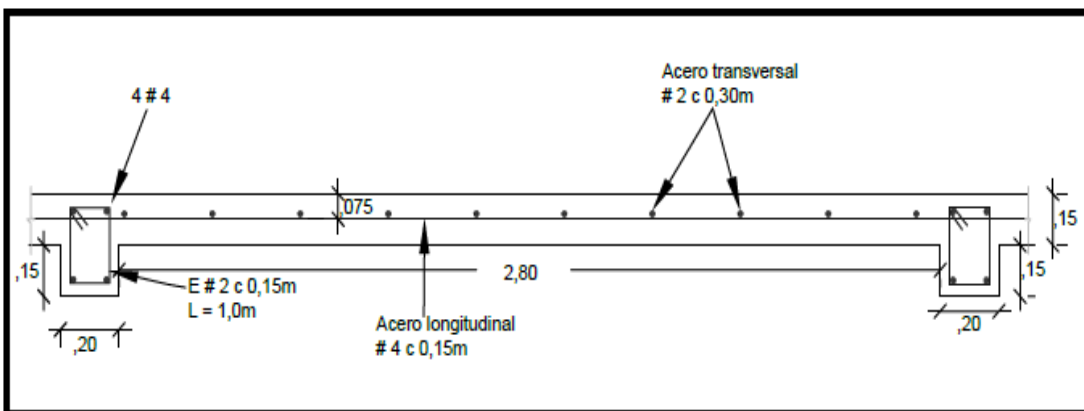


Figura 16. Corte longitudinal de la placa huella

2.2.3.7 Riostra. Como se muestra a continuación:

Dimensiones y refuerzo. El modelo de Elementos Finitos desarrollado también permitió determinar los esfuerzos y deformaciones generados en la riostra a partir de los cuales se elaboró el diseño estructural de este elemento el cual tiene las siguientes características:

Longitud máxima: 6,80 metros.

Ancho de la Riostra: 0,20 metros.

Peralte de la Riostra: 0,30 metros este puede variar dependiendo del peralte asignado a la curva.

Refuerzo Longitudinal: Cuatro varillas número 4 (4#4).

Estribos: Una varilla número 2 cada 15 centímetros (1#2@0,15).

La longitud de traslape de las varillas longitudinales #4 es de mínimo sesenta (60,0 cms) centímetros.

El recubrimiento de las varillas longitudinales #4 es de siete comas cinco (0,075 m) centímetros en la parte inferior y de cuatro (0,04 m) centímetros en la parte superior.

A continuación, se muestran los esquemas de los aceros para las riostras.

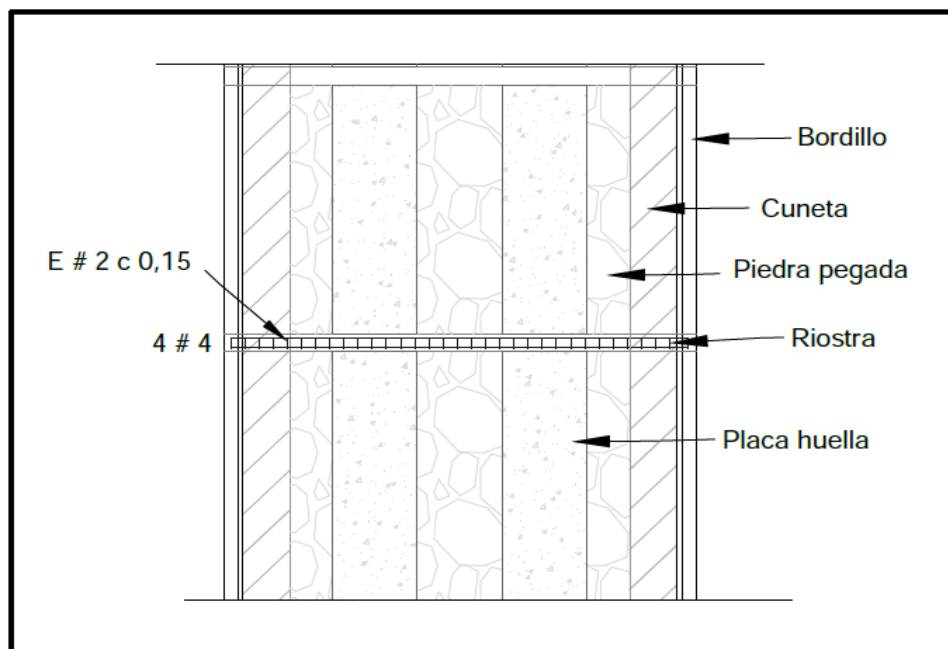


Figura 17. Esquema en planta de la riostra en placa-huella

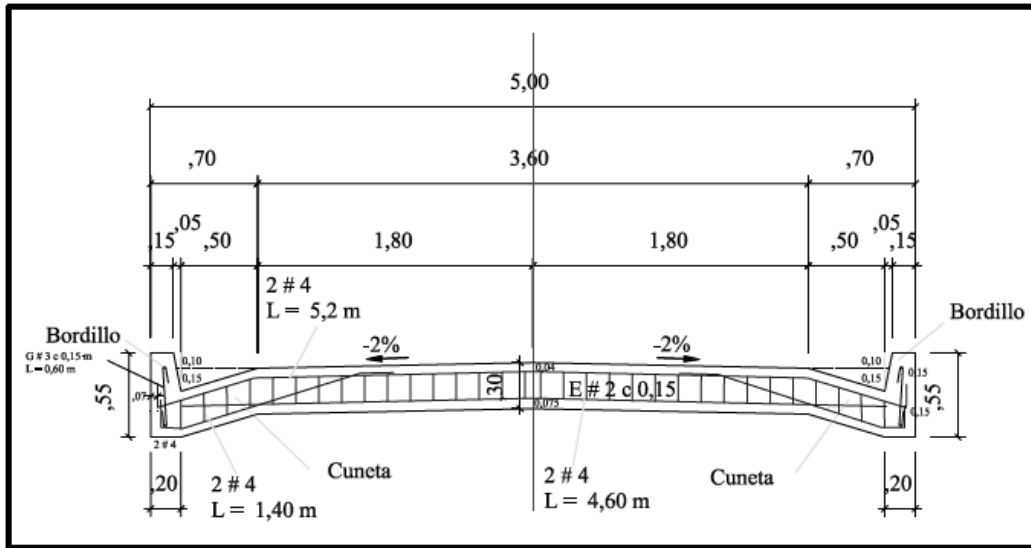


Figura 18. Corte longitudinal para la riostra

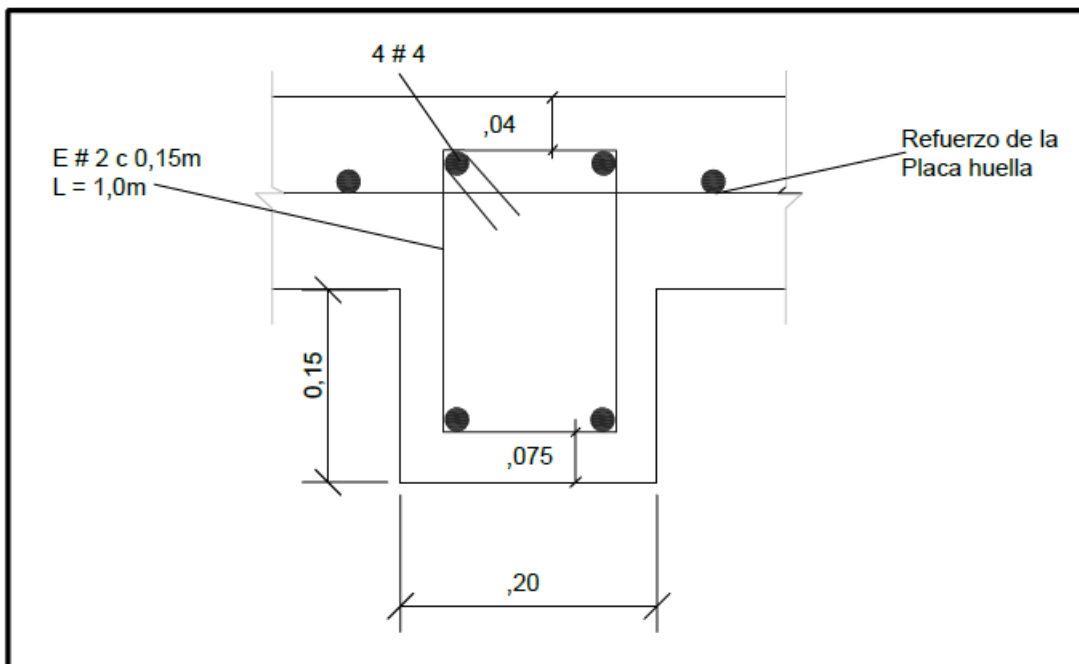


Figura 19. Corte transversal sección en placa huella

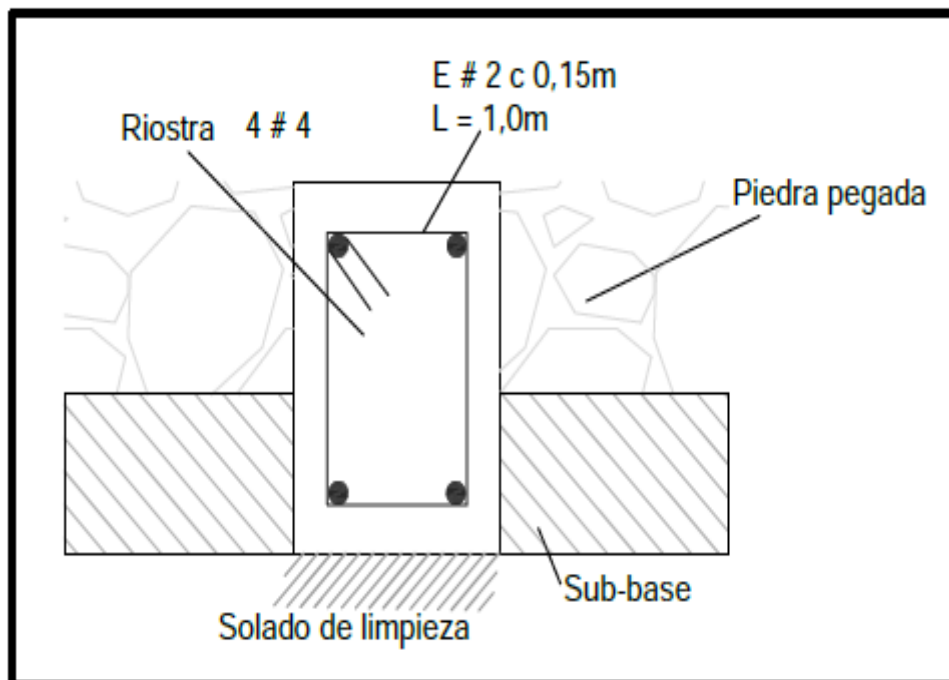


Figura 20. Corte transversal sección en piedra pegada

2.2.3.8 Juntas. El modelo concibió los diferentes elementos estructurales del pavimento en Placa-huella como una estructura monolítica, por ende, el proceso constructivo debe garantizar la adecuada transmisión de los esfuerzos y deformaciones a lo largo y ancho de estos elementos, han de garantizar esto, a continuación, se muestran los detalles de las diferentes juntas de construcción estipuladas por el instituto nacional de vías (INVIAS, 2008)

Juntas transversales de construcción:

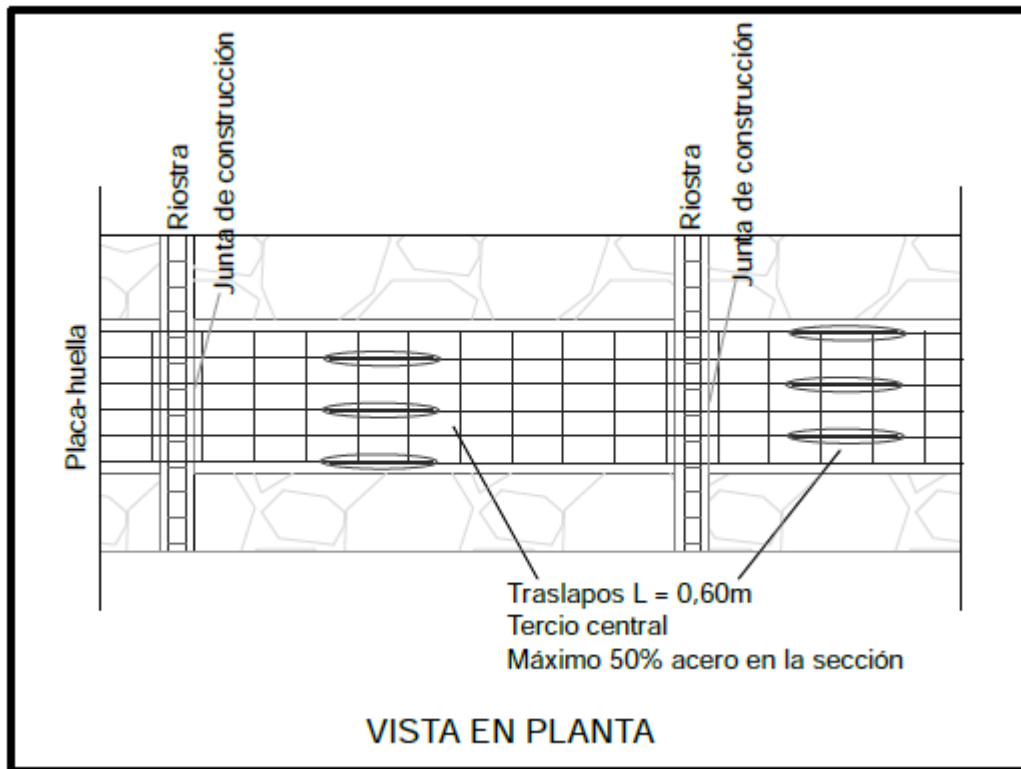


Figura 21. Junta transversal de construcción en la placa huella

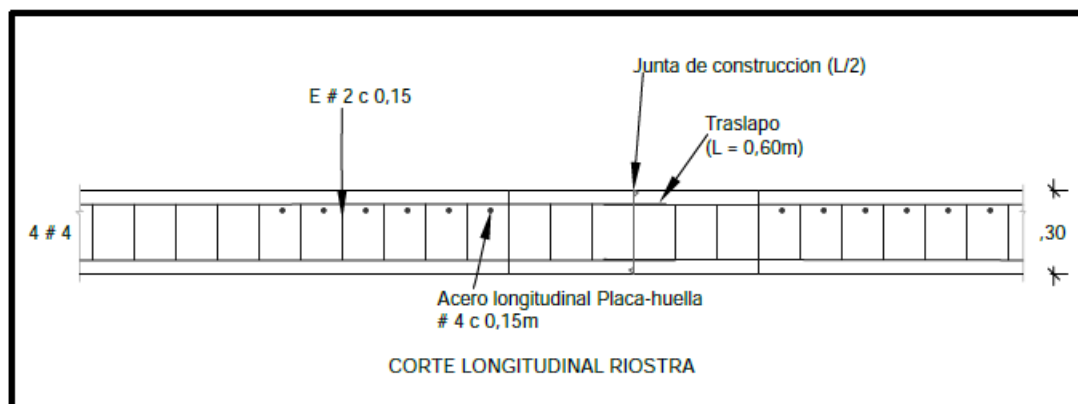


Figura 22. Junta transversal de construcción de la riostra

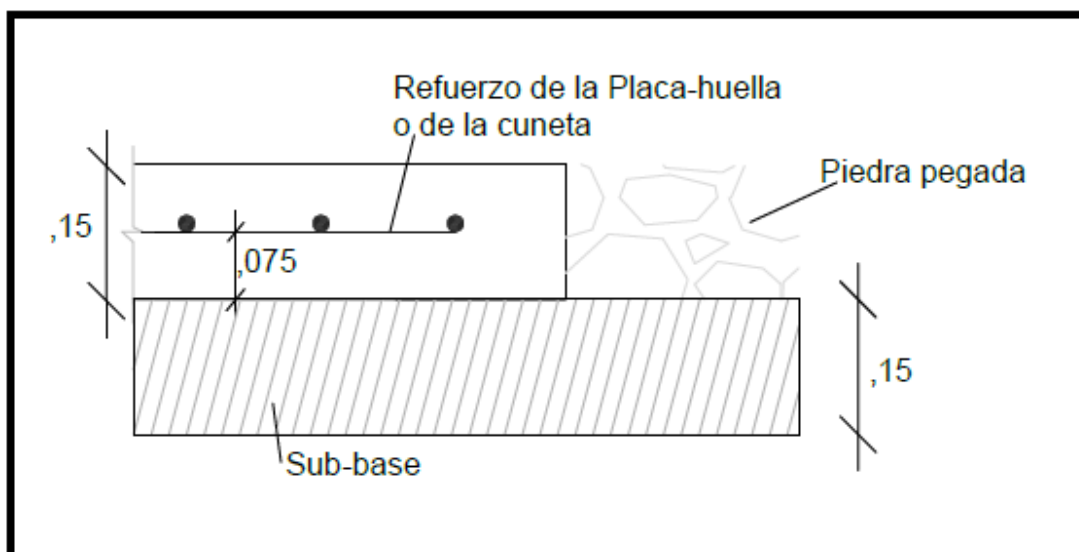


Figura 23. Junta longitudinal entre placa-huella o berma-cuneta y la piedra pegada

2.2.3.9 Piedra pegada. La principal función de la piedra pegada es la disminución de costos en la construcción de pavimentos con placa-huella reforzada, por ende, ésta no tiene capacidad estructural y por lo tanto no requiere mecanismo de transmisión de esfuerzos con los otros elementos del pavimento con placa-huella.

Características de los materiales. La piedra pegada conformada por un concreto ciclópeo, compuesto por 60% de concreto simple y 40% de agregado ciclópeo, con las siguientes características:

Características del concreto simple:

Resistencia a la compresión a los 28 días $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Tamaño máximo del agregado grueso $T_{\text{máx.}} = \text{Treinta y ocho (38 mm) milímetros.}$

Asentamiento = Cinco (5) centímetros.

Características del Agregado Ciclópeo:

Tamaño máximo del agregado $T_{\text{máx.}}$ = entre ocho (0,08 m) y doce (0,12 m) centímetros.

Deben ser cantos rodados.

Las demás características deben cumplir con la especificación 630-13 del instituto nacional de vías.

Colocación de la piedra pegada:

La piedra pegada deberá colocarse sobre la subbase granular una vez se encuentre fundida y fraguada la placa-huella, la riostra y la berma-cuneta circundante.

Se colocará una capa de concreto simple de cinco centímetros (0,05 m) de espesor directamente sobre la subbase para luego colocar manualmente el agregado ciclópeo distribuyéndolo uniformemente. A continuación, se colocará el resto del concreto simple y finalmente se deberá completar el agregado ciclópeo. En todo caso se deberá cumplir con la relación de 60% de concreto simple y 40% de agregado ciclópeo y buscar siempre que la capa quede lo más uniforme posible.

2.2.3.10 Diseño estructural de la berma-cuneta y el bordillo. Aunque la solicitud sea eventual la berma-cuneta debe poder soportar los esfuerzos producidos por el vehículo de diseño y, por ende, el espesor, el refuerzo requerido y las características de los materiales deben ser similares a los utilizados en la placa-huella. La berma-cuneta tiene adosado el bordillo de confinamiento por lo que su geometría es sustancialmente diferente a la de la placa-huella.

A continuación, se presentan los detalles de la berma-cuneta y el bordillo.

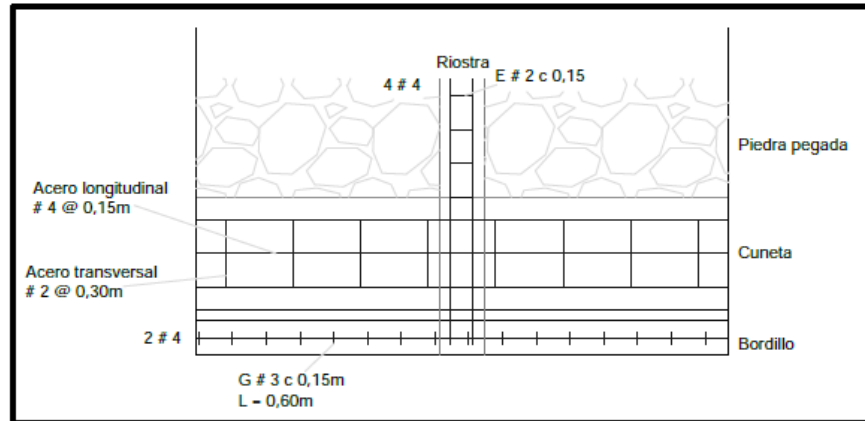


Figura 24. Esquema en planta

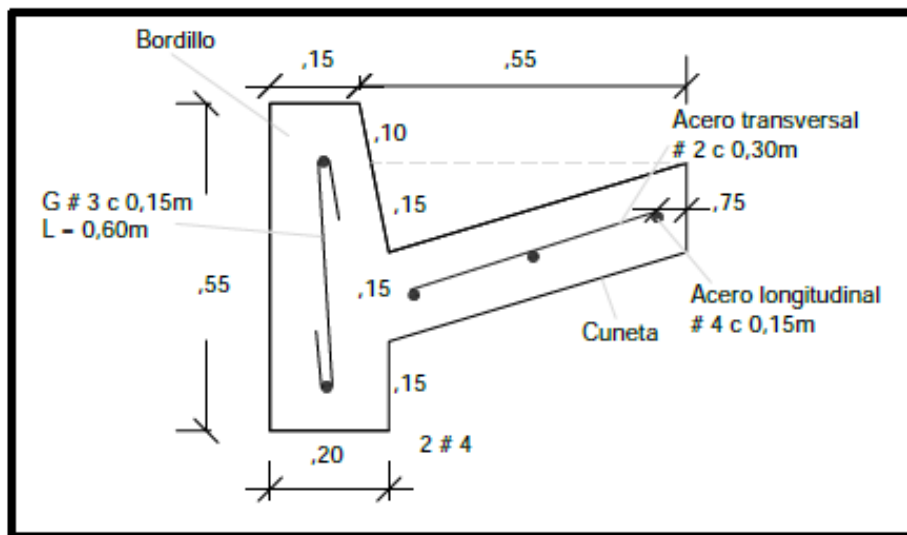


Figura 25. Corte berma-cuneta sección en la cuneta.

Sistemas de drenajes para carreteras:

El libro Diseño y construcción de alcantarillado y drenaje en carreteras, Rafael Perez Carmona (2013), menciona que, en las carreteras, el sistema de drenajes son obras que facilitan el manejo adecuado de los fluidos. Es preciso e indispensable considerar los procesos de captación,

conducción, evacuación y disposición de los mismos. La falta de control del agua y fluidos en general, en la estructura de una carretera, deteriora las características geométricas, transferencia de carga, presiones de poros, presión hidrostática, supresión de flujos, incrementando los cambios volumétricos.

Este tipo de obra tiene como objetivo conducir las aguas de escorrentía o flujo superficial a su disposición final. Es un soporte importante para la protección de la estructura del pavimento y seguridad de los usuarios, el drenaje es uno de los factores más importantes en el diseño de carreteras.

Deben estudiarse tres (3) problemas:

La eliminación del agua superficial de la vía.

El cruce de arroyos o de canales superficiales.

Alejamiento y regulación del agua subterránea.

Drenaje superficial. El sistema de drenaje longitudinal está constituido por aquellas estructuras que se construyen en forma paralela al eje de la carretera; la más común es la cuneta, canal que recoge el caudal que recorre por la vía y lo canaliza. Por lo general la entrega se realiza agua arriba o aguas debajo de una alcantarilla en una zona preparada para permitir el paso del agua.

Cunetas. Son canales abiertos construidos en los costados de las carreteras. El objetivo principal de estas obras es captar las aguas de escorrentía procedentes de las calzadas evitando así el encharcamiento de la vía que disminuye en el nivel de servicio de la misma y que pueden causar problemas por infiltración a las capas subyacentes.

Para el diseño de los canales no erosionables se tendrá en cuenta la ecuación de Manning.

$$V = (1/n) \times S^{1/2} \times R^{2/3}$$

$$Q = V \times A$$

Dónde:

V = Velocidad media en m/s

n = Coeficiente de rugosidad de Manning (0.013)

S = Pendiente hidráulica o del fondo del canal, m/m

R = Radio hidráulico, en m.

Q = Caudal en m³/segundo

A = Área de la sección, en m²

Tabla 2. Valores de coeficiente de rugosidad (n)

VALORES DE COEFICIENTE DE RUGOSIDAD (n)			
"Las cifras en negrilla son valores generalmente recomendados para el diseño".			
TIPO DE CANAL Y DESCRIPCIÓN	MINIM O	NORMAL	MAXIMO
Canal revestido o desarmable.			
Concreto			
1. Terminado con llana metálica (palustre)	0.011	0.013	0.015
2. Terminado en llana de madera.	0.013	0.015	0.016
3. Pulido con gravas en el fondo.	0.015	0.017	0.02
4. Sin pulir.	0.014	0.017	0.02
5. Lanzado, sección buena.	0.016	0.019	0.023
6. Lanzado, sección ondulada.	0.018	0.022	0.025
7. Sobre roca buen excavada	0.017	0.02	
8. Sobre roca irregularmente excavada.	0.022	0.027	

Fuente: Ven Te Chow , s.f.

Estimación del caudal para el diseño obras hidráulicas. Para el cálculo de caudal de diseño autores como H.H. Barnes, V.T. chow y el U.I.S. Forest Service recomiendan el método racional por su sencillez y confiabilidad en donde el tamaño de la cuenca esta entre 0 y 12.5 km².

La determinación del caudal de diseño para un sistema de recolección de aguas lluvias atiende generalmente el método racional, el cual asume que el caudal máximo que se acumula en un determinado punto como consecuencia de aguas pluviales está expresado por la ecuación:

$$Q = C \times i \times A$$

Dónde:

Q = Caudal en litros/segundo.

C = Coeficiente de escorrentía.

i = Intensidad de lluvia (litros/segundo/ha)

A = Área en Has.

La fórmula racional está basada en ciertas hipótesis según Krimgold, estas son:

El escurrimiento resultante de cualquier intensidad de lluvia es un máximo cuando esta intensidad de lluvia dura, al menos tanto como el tiempo de concentración.

El escurrimiento resultante de una intensidad de lluvia, con una duración igual o mayor que el tiempo de concentración, es una fracción de la precipitación.

La frecuencia de la máxima descarga es la misma que la de la intensidad de lluvia para el tiempo de concentración dado.

La relación entre máxima descarga y tamaño del área de drenaje es la misma que la relación entre duración e intensidad de precipitación.

El coeficiente de escorrentía es el mismo para lluvias de diversas frecuencias.

El coeficiente de escorrentía es el mismo para todas las lluvias en una cuenca dada.

El método racional no toma en cuenta el efecto de almacenamiento de la cuenca, pues supone que la descarga es igual a la precipitación pluvial menos toda la retención de la cuenca. Tampoco considera variaciones de intensidad de lluvia en el área durante todo el tiempo de concentración. Estas suposiciones hacen particularmente susceptible de errores de cálculo cuando el tamaño del área de drenaje es grande. Con valores correctos de precipitación pluvial y para un escurrimiento dado, la fórmula racional siempre sobreestima el escurrimiento, con errores apreciables al aumentar el tamaño de la cuenca.

El método considera la intensidad de lluvias, para una duración igual al tiempo de concentración, ya que se estima que habrá un incremento de caudal a medida que se incrementa el área, puesto que la disminución en intensidad con el tiempo es compensada con el mayor incremento de área.

Tiempo de concentración. Una de las hipótesis básicas de la fórmula racional es suponer que la lluvia será de suficiente duración para permitir la llegada simultánea del agua que cae sobre toda la superficie de la cuenca a la boca de la estructura de drenaje. Ese tiempo se ha denominado tiempo de concentración y es el requerido para que el agua que cae en el punto más alejado de la cuenca llegue al punto de salida.

Si la lluvia es de mayor duración que el tiempo de concentración t_c , el escurrimiento será menor que el calculado para dicho tiempo debido a que la intensidad de esta lluvia será menor que la de duración t_c . Si la lluvia que cae es de menor duración que t_c , también la descarga será menor, debido a que no toda la cuenca contribuye simultáneamente al escurrimiento.

Numerosas fórmulas empíricas han sido propuestas para la determinación del tiempo de concentración.

Periodo de retorno. El diseño hidrológico está directamente relacionado con la mitigación de los efectos que pueda causar caudales altos o crecientes. El diseño de las diferentes obras hidráulicas y de control obedecerán a los caudales y niveles de crecienta correspondientes a frecuencias de ocurrencia o periodos de retorno de 2.33, 5, 10, 20, 50 y 100 años según la importancia de la obra analizada.

Tabla 3. Criterios de diseño generalizados para estructuras de control

TIPO DE ESTRUCTURA	PERIODO DE RETORNO
ALCANTARILLAS DE CARRETERAS	
VOLUMENES DE TRAFICO BAJOS	10
VOLUMENES DE TRAFICO INTERMEDIO	25
VOLUMENES DE TRAFICO ALTOS	100
PUENTES DE CARRETERAS	
SISTEMA PRIMARIO	100
SISTEMA SECUNDARIO	50
ALCANTARILLAS ESTACIONES	25
DIQUES	
TANQUES Y EQUIPOS PEQUEÑOS	25
TANQUES Y EQUIPOS GRANDES	50
OTROS SISTEMAS DE DRENAJE	
CUNETAS	10
BOX CULVERTS	50

Fuente: INVIAS, 2008.

2.3 Marco Conceptual

Carretera: Camino para el tránsito de vehículos motorizados, de por lo menos dos ejes, con características geométricas definidas de acuerdo con las normas técnicas vigentes en el MTC

Carretera afirmada: Carretera cuya superficie de rodadura está constituida por una o más capas de afirmado.

Afirmado: Capa compactada de material granular natural o procesado con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener aglutinadas las partículas. Funciona como superficie de rodadura en carreteras y trochas carrozables.

Carretera no pavimentada: Carretera cuya superficie de rodadura está conformada por gravas o afirmado, suelos estabilizados o terreno natural.

Carretera pavimentada: Carretera cuya superficie de rodadura está conformada por mezcla bituminosa (flexible) o de concreto Pórtland (rígida).

Pavimento: Estructura construida sobre la subrasante de la vía, para resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general está conformada por las siguientes capas: subbase, base y rodadura.

Rasante: Nivel terminado de la superficie de rodadura. La línea de rasante se ubica en el eje de la vía.

Subrasante: Superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte o relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado

Base: Capa de material selecto y procesado que se coloca entre la parte superior de una subbase o de la subrasante y la capa de rodadura. Esta capa puede ser también de mezcla asfáltica o con tratamientos según diseños. La base es parte de la estructura de un pavimento.

Subbase: Capa que forma parte de la estructura de un pavimento que se encuentra inmediatamente por debajo de la capa de Base.

Concreto ciclopeo: Concreto Portland al que se adiciona piedra grande o mediana en porcentajes según diseño. Por lo general se utiliza en estructuras de gran volumen.

Concreto: es una mezcla de arena, grava, roca triturada, u otros agregados unidos en una masa rocosa por medio de una pasta de cemento y agua.

Concreto reforzado: es una combinación de concreto y acero en la que el refuerzo de acero proporciona la resistencia a la tensión de que carece el concreto.

Acero de refuerzo: es el que se coloca para absorber y resistir esfuerzos provocados por cargas y cambios volumétricos por temperatura y que queda dentro de la masa del concreto. El acero como material indispensable de refuerzo en las construcciones, es una aleación de hierro y carbono, en proporciones variables, y pueden llegar hasta el 2% de carbono.

2.4 Marco Contextual

Ubicación del proyecto: Corredor vial ubicado en el sector entre el Zulia – La Unión, del Municipio del Zulia, Norte de Santander.



Figura 26. Localización del Tramo

Fuente: Google Earth, 2020.

2.5 Marco Legal

En la siguiente sección se presenta el reglamento estudiantil de la UFPS conforme al proyecto de grado:

Artículo 139. El trabajo de grado es un componente de plan de estudios y tiene como objetivos:

Brindar al estudiante la oportunidad de manifestar de manera especial su capacidad investigativa, su creatividad y disciplina de trabajo mediante la aplicación integral de los conocimientos y métodos requeridos.

Servir como instrumento de extensión a la comunidad y medio de generación del conocimiento.

Sistematización del conocimiento. Facilitar al estudiante su participación y concurso en la solución de problemas comunitarios.

Facilitar al estudiante de mayor autonomía en el desarrollo de trabajos científicos, científico-tecnológicos y profesionales propios de su población.

Artículo 140. El estudiante podrá optar por una de las siguientes modalidades de trabajo de grado:

Proyecto de investigación: Monografía, trabajo de investigación.

Proyecto de extensión: Trabajo social, labor de consultoría en aquellos proyectos en los cuales participe la universidad, pasantía, trabajo dirigido

Parágrafo 1. El estudiante podrá optar como componente alterna al proyecto de grado, créditos especiales como cursos de profundización académico o exámenes preparatorios.

Parágrafo 2. Para algunos planes de estudio y de acuerdo con sus características el consejo académico podrá obviar la presentación del trabajo de grado.

Artículo 141. El proyecto de grado incluye la siguiente etapa:

Presentación del anteproyecto o plan de trabajo según corresponda a la modalidad del proyecto seleccionado.

Desarrollo de la investigación o ejecución física del proyecto.

Sustentación de investigación y/o verificaciones o aval de la realización del proyecto.

Parágrafo. Para todas las modalidades de proyecto de grado, el estudiante deberá presentar un informe final avalado por su director.

Artículo 142. Las condiciones y procedimientos para la presentación, desarrollo y evaluación de cada una de las modalidades de trabajo de grado, o sus componentes alternas, harán parte de la reglamentación específica de cada facultad, para cada plan de estudio.

Parágrafo. La universidad incorporara los trabajos de grado, como componente básico de su hacer y creara bancos de proyectos en los departamentos académicos y en la vicerrectoría asistente de investigación y extensión.

Artículo 143. Los trabajos de grado podrán ser iniciados por el estudiante que haya aprobado por lo menos el 60% de los créditos exigidos en su plan de estudio.

Artículo 144. Los trabajos de grado de carácter interdisciplinario de dos o más planes de estudio requieren de la aprobación de los comités involucrados.

Artículo 145. Todo trabajo de grado debe tener un director, el cual debe ser un profesional del área de conocimiento que trata el proyecto, y podrá estar o no vinculada a la universidad.

Artículo 146. Todo estudiante que haya culminado las asignaturas de su plan de estudios deberá matricularse semestre a semestre hasta tanto no haya presentado y aprobado el trabajo de grado.

3. Diseño Metodológico

3.1 Tipo de investigación

El presente proyecto es un trabajo dirigido a una comunidad con el fin de beneficiar y que nosotros como estudiantes de ingeniería civil se aplique los conocimientos y se enriquezca en la práctica, contando con el apoyo de un profesional experto en el tema.

3.2 Población y Muestra

3.2.1 Población. Hace referencia a los habitantes que viven en el Municipio del Zulia, Norte de Santander.

3.2.2 Muestra. El proyecto beneficiará a la zona rural del Zulia- La Unión

3.3 Instrumentos para la Recolección de Información

Información primaria: Se obtiene mediante las exploraciones de campo de acuerdo a los estudios realizados en el terreno, cartera de campo en el estudio de tránsito, fotografías durante las visitas in situ.

Información secundaria: Está se obtiene mediante el suministro de documentos o textos relacionados al Proyecto, sitios web y asesorías de los profesionales de la Universidad Francisco de Paula Santander.

3.4 Técnicas de Análisis y Procesamiento de Datos

Se utilizará los programas necesarios como Excel, AutoCAD, Civil 3D.

3.5 Presentación de Resultados

Se presentarán los planos correspondientes a los diseños y los análisis de los estudios de tránsito y de suelos con sus memorias de cálculo.

3.6 Administración del Proyecto

3.6.1 Recursos humanos: Para el desarrollo del proyecto se contará con las personas que a continuación se presentan:

Juan Alexander Santiago castro de 10 semestre del Programa Ingeniería Civil de la Universidad Francisco de Paula Santander. Autor de la presente propuesta.

Nelson Humberto Leal Jauregui de 10 semestre del Programa Ingeniería Civil de la Universidad Francisco de Paula Santander. Autor de la presente propuesta.

Francisco Javier Suarez Urbina. Ingeniero Civil, Esp., Docente de la Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta. Director del Proyecto.

3.6.2 Recursos institucionales: Laboratorio de Suelos, Universidad Francisco de Paula Santander, San José de Cúcuta.

3.6.3 Recursos materiales: equipo de topografía, cámara fotográfica, papelería, lápices.

4. Estudio Topográfico

4.1 Generalidades

Este capítulo consiste en describir las actividades realizadas en campo con equipos topográficos para su respectiva presentación de planos en el que se detalla en planta el área de estudio donde se ubica el terreno y presenta las elevaciones que tiene el mismo mediante el dibujo de perfiles longitudinales y transversales.

4.2 Objetivos

Objetivo general: efectuar el levantamiento topográfico del corredor vial en estudio para detallar y conocer el comportamiento altimétrico del terreno.

Objetivos específicos:

Realizar el levantamiento topográfico correspondiente al proyecto Diseño geométrico de la vía terciaria sector El Zulia – La Unión – mediante uso de placa huella, municipio El Zulia, departamento Norte de Santander.

Representar en un plano los detalles del corredor vial con los puntos recopilados en campo.

Adquirir mediante el programa Civil 3D los perfiles del terreno ya sea longitudinales como transversales.

4.3 Localización

El proyecto se ubica como en su título lo indica: Diseño geométrico de la vía terciaria sector El Zulia – La Unión – mediante uso de placa huella, Municipio El Zulia, Departamento Norte de

Santander, se muestra en la siguiente figura:



Figura 27. Localización del levantamiento topográfico

Fuente: Google Earth, 2020.

4.4 Trabajo de Campo

Para efectuar el levantamiento topográfico se debe llevar a cabo una serie de actividades que se describen a continuación:

1. Realizar una inspección visual del terreno para la ubicación de la estación, teniendo en cuenta que debe ser un lugar estratégico en el que se pueda recopilar la mayor cantidad de puntos.
2. Encontrado el punto se arma y se nivela la estación, donde se configura insertando las coordenadas del punto ocupado, referencia atrás.

3. Estas coordenadas se obtienen previamente utilizando un navegador GPS garmin

4. Se toma lectura de los puntos a detallar como: eje vía, puntos de nivel, pozos, postes y paramentos.

5. Finalmente, se descarga la información para importarlo a AUTOCAD y realizar el dibujo para la presentación del plano en planta, en perfil y secciones.

4.5 Equipo Utilizado

Navegador Garmin:



Figura 28. Navegador Garmin MAP60 Csx

Estación total:

El trabajo realizado empleo los siguientes equipos.

Equipo SOKKIA SET 6 30R, y sus características son las siguientes:



Figura 29. Equipo SOKKIA SET 6 30R

Precisión Angular: 2"

Precisión en Pantalla: 1"

Alcance de Medición Longitudinal con prisma triple: 6000m

Alcance de Medición Longitudinal con un prisma: 2600m

Alcance con Tarjeta Reflectora: 2300m

Alcance de Medición Longitudinal sin prisma: 300m

Función de Escaneo Láser con programa North Data Editor

Conectividad por Bluetooth

Compensador Digital.

Memoria: 20,000 puntos.

Plomada: Láser.

4.6 Datos obtenidos en el Levantamiento

A continuación, se presentan las carteras de campo que contiene los puntos, las coordenadas norte y este, elevación.

Tabla 4. Coordenadas norte, este y cotas

NORTE	ESTE	COTA
1393248.12	1165402.07	92.51
1393310.87	1165441.91	92.3
1393310.02	1165442.82	92.16
1393308.75	1165444.42	92.12
1393307.75	1165445.42	92.12
1393306.3	1165446.78	92.52
1393316.74	1165454.74	92.11
1393317.44	1165453.58	91.97
1393318.47	1165452.59	91.9
1393319.4	1165451.63	91.94
1393324.36	1165451.98	92.28
1393329.95	1165456.18	92.34
1393328.09	1165458.56	91.69
1393330.96	1165461.86	91.68
1393346.95	1165463.81	91.8
1393352.12	1165459.46	91.95
1393353.63	1165461.88	91.93
1393352.94	1165465.16	91.99
1393350.46	1165454.64	92.31
1393334.54	1165458.58	91.97
1393338.46	1165466.99	92.07
1393342.76	1165467.16	91.71
1393341.77	1165470.85	91.5
1393340.64	1165475.53	91.1
1393343.72	1165482.64	90.96
1393334.33	1165474.25	91.08
1393335.49	1165473.55	91.11
1393336.96	1165472.72	91.11
1393338.19	1165471.93	91.12
1393345.58	1165487.62	91.45
1393344.02	1165487.62	90.96
1393342.35	1165487.89	90.78
1393340.6	1165487.96	90.68
1393339.3	1165488.22	90.88
1393334.43	1165541.34	88.93
1393349.33	1165473.66	91.84
1393344.9	1165504.4	91.35
1393343.57	1165504.03	90.42
1393342.07	1165503.96	90.33
1393340.64	1165503.65	90.22
1393339.54	1165503.7	90.45
1393343.86	1165508.76	90.38
1393341.51	1165520.24	90.64
1393339.38	1165520	89.79
1393337.44	1165519.41	89.65
1393336.07	1165518.79	89.84
1393334.79	1165518.34	89.89
1393337.15	1165531.87	89.17
1393335.53	1165531.78	89.09
1393333.99	1165531.55	89.22
1393333	1165530.74	89.09
1393332.95	1165534.06	89.12
1393331.4	1165535.51	88.19
1393331.95	1165530.03	88.44
1393337.88	1165533.93	89.14
1393337.85	1165530.66	89.15
1393338.1	1165530.17	89.23
1393338.62	1165538.39	89.07
1393337.38	1165538.99	89

NORTE	ESTE	COTA
1393335.97	1165538.81	88.95
1393334.62	1165538.62	88.96
1393333.63	1165538.44	88.89
1393330.6	1165537.98	87.46
1393341.59	1165543.41	88.39
1393331.39	1165582.55	88.14
1393330.52	1165582.45	88.57
1393327.4	1165581.66	88.56
1393324.91	1165581.23	88.21
1393326.97	1165572.57	88.62
1393328.34	1165629.39	88.14
1393327.39	1165629.06	88.53
1393323.53	1165629.82	88.49
1393322.23	1165629.7	88.22
1393328.89	1165688.49	88.5
1393327.97	1165688.13	88.78
1393323.79	1165687.95	88.85
1393322.52	1165687.88	88.59
1393328.7	1165722.26	88.44
1393327.71	1165722.45	88.8
1393324.41	1165722.16	88.78
1393322.65	1165722.42	88.61
1393328.77	1165759.84	88.38
1393327.67	1165759.79	88.83
1393323.44	1165759.91	88.83
1393321.84	1165760.24	88.58
1393333.9	1165788.58	88.56
1393320.56	1165788.58	88.63
1393322.87	1165790.66	89.08
1393334.42	1165541.34	88.93
1393332.18	1165790.16	88.85
1393331.76	1165790.79	88.98
1393331.1	1165790.8	88.97
1393330.79	1165790.14	88.85
1393332.41	1165798.75	88.97
1393328.74	1165798.56	88.95
1393327.59	1165800.02	89.14
1393327.63	1165800.85	89.13
1393328.81	1165802.38	88.86
1393331.18	1165802.21	88.99
1393320.72	1165801.84	89.06
1393321.89	1165800.73	89.2
1393321.88	1165800.1	89.15
1393320.39	1165798.69	89.03
1393313.12	1165793.94	89.17
1393313.28	1165796.95	89.18
1393323.15	1165795.6	89.01
1393326.98	1165795.67	89.05
1393337.34	1165792.85	89.15
1393337.21	1165796.08	89.06
1393321.02	1165847.41	88.56
1393322.68	1165847.65	88.91
1393326.19	1165847.65	88.9
1393328.04	1165847.7	88.97
1393322.76	1166065.83	88.97
1393322.87	1165790.65	89.09
1393320.83	1165806.29	88.67
1393320.41	1165850.08	88.72

NORTE	ESTE	COTA
1393321.48	1165853.32	88.96
1393327.54	1165876.35	88.44
1393321.22	1165896.73	88.92
1393322.31	1165896.82	88.89
1393326.57	1165897.2	88.9
1393328.15	1165897.15	88.38
1393327.79	1165933.34	88.39
1393325.81	1165933.3	89.02
1393322.28	1165933.35	88.98
1393320.81	1165933.59	88.88
1393320.75	1165970.23	88.9
1393321.85	1165970.21	88.79
1393325.6	1165970.52	88.86
1393327.42	1165970.46	88.42
1393327.52	1166007.76	88.46
1393326.27	1166007.72	88.8
1393322.1	1166007.88	88.78
1393320.39	1166007.95	88.85
1393320.1	1166057.14	88.98
1393321.95	1166057.02	89.06
1393326.45	1166057.15	88.94
1393328.75	1166050.46	88.54
1393321.13	1166067.49	89.15
1393320.61	1166095.27	88.83
1393321.24	1166095.23	88.9
1393326.23	1166094.94	88.9
1393327.63	1166094.99	88.42
1393327.32	1166132.83	88.35
1393325.93	1166132.53	88.82
1393321.43	1166132.95	88.87
1393319.3	1166133.77	89.02
1393319.61	1166173.19	88.53
1393321.05	1166173.01	88.76
1393325.48	1166175.18	88.72
1393326.5	1166175.08	88.41
1393326.98	1166193.9	88.45
1393326.22	1166196.06	88.92
1393325.96	1166206.33	88.97
1393324	1166207.3	88.97
1393320.79	1166207.13	88.82
1393319.64	1166235.24	88.55
1393320.21	1166235.14	88.62
1393323.55	1166235.08	88.68
1393325	1166235.16	88.71
1393325.81	1166272.87	87.83
1393323.74	1166272.97	88.12
1393319.81	1166273.33	88.11
1393318.94	1166273.27	88.04
1393324.59	1166342.29	88.12
1393322.76	1166065.83	88.97
1393326.41	1166311.84	87.89
1393324.35	1166311.89	88
1393321.28	1166311.33	88
1393320.29	1166310.75	88
1393325.66	1166338.13	88.22
1393326.51	1166347.7	88
1393324.76	1166347.48	88.12
1393321.25	1166347.75	88.11
1393318.62	1166345.7	87.92
1393319.09	1166343.2	88.02
1393319.59	1166351.99	87.99
1393319.75	1166355.2	88.3
1393319.99	1166362.84	88.53
1393319.65	1166372.12	88.68
1393319.34	1166373.44	88.66
1393319.58	1166375.34	88.69
1393325.21	1166376.22	88.7
1393324.31	1166376.06	88.65
1393321.3	1166376.24	88.66

NORTE	ESTE	COTA
1393326.62	1166375.1	88.08
1393319.51	1166387.6	88.66
1393318.32	1166390.42	88.39
1393319.42	1166399.7	88.58
1393319.52	1166400.23	88.58
1393319.6	1166407.67	88.49
1393318.99	1166413.39	88.18
1393320.66	1166424.22	87.95
1393323.54	1166424.61	87.95
1393327.54	1166412.14	88.06
1393324.72	1166423.72	87.9
1393324.73	1166424.96	87.89
1393318.72	1166425.85	87.49
1393319.43	1166424.66	87.93
1393319.39	1166424	87.93
1393317.47	1166423.08	87.5
1393319.27	1166424.54	87.96
1393325.68	1166432.1	88
1393325.57	1166439.24	88.17
1393325.71	1166447.09	88.32
1393325.91	1166456.79	88.49
1393325.78	1166465.98	88.58
1393323.97	1166465.49	88.65
1393321.05	1166465.17	88.57
1393319.37	1166464.54	88.62
1393317.84	1166462.28	87.99
1393321.71	1166497.39	88.46
1393324.9	1166497.4	88.81
1393323.92	1166497.43	88.81
1393321.1	1166497.43	88.79
1393318.8	1166499.15	88.82
1393324.27	1166537.46	88.92
1393323.69	1166537.4	88.92
1393320.72	1166537.69	88.86
1393319.58	1166537.67	88.86
1393318.92	1166579.21	89.02
1393319.96	1166579.39	88.96
1393323.51	1166579.44	88.95
1393325.26	1166578.74	88.87
1393318.28	1166592.89	89.06
1393318.84	1166612.44	89.09
1393321.67	1166613.03	88.94
1393322.53	1166613.08	88.27
1393317.82	1166611.14	88.14
1393322.84	1166611.15	89.11
1393321.44	1166626.29	89.79
1393318.4	1166625.01	89.84
1393321.64	1166633.46	89.84
1393318.45	1166632.02	89.86
1393320.91	1166632.92	89.85
1393349.34	1165473.67	91.83
1393293.12	1165429.02	91.75
1393292.2	1165430.77	91.69
1393291.24	1165432.19	91.59
1393290.49	1165434.11	91.7
1393289.65	1165435.64	92.01
1393276.48	1165429.52	91.48
1393277.47	1165426.88	91.35
1393278.11	1165425.31	91.25
1393279.27	1165423.65	91.37
1393281	1165420.3	92.06
1393274.44	1165415.38	92.32
1393268.16	1165413.45	92.1
1393266	1165417.34	91.19
1393265.03	1165419.05	91.11
1393264.19	1165420.91	91.19
1393263.2	1165423.34	91.02
1393269.94	1165416.14	92.06
1393262.19	1165415.17	91.11
1393260.43	1165412.19	91.24

NORTE	ESTE	COTA
1393260.29	1165408.97	91.68
1393261.76	1165405.95	92.04
1393258.6	1165403.15	91.87
1393253.01	1165408.02	91.35
1393250.18	1165410.82	91.06
1393245.66	1165412.09	90.85
1393246.47	1165416.27	90.73
1393254.89	1165416.49	91.04
1393254.67	1165419.56	90.93
1393255.72	1165414.4	90.98
1393246.77	1165414.43	90.72
1393238.98	1165411.25	91.13
1393235.83	1165413.28	90.8
1393236.57	1165414.8	90.63
1393236.94	1165416.61	90.57
1393237.38	1165418.77	90.61
1393238.03	1165421.15	90.26
1393233.36	1165420.29	90.55
1393231.07	1165416.6	90.51
1393225.66	1165418.77	90.55
1393226.59	1165423.09	90.49
1393222.32	1165419.65	90.28
1393222.92	1165420.63	90.42
1393223.66	1165422.22	90.45
1393224.14	1165423.8	90.5
1393224.8	1165425.88	90.36
1393225.04	1165426.34	90.16
1393225.3	1165426.79	89.36
1393226.04	1165425.29	90.26
1393217.24	1165426.32	90.49
1393216.34	1165422.45	90.49
1393215.75	1165420.86	90.28
1393180.54	1165410.25	90.79
1393248.12	1165402.07	92.5
1393208.23	1165419.59	90.61
1393207.8	1165420.65	90.56
1393207.25	1165422.26	90.6
1393206.38	1165424.43	90.63
1393205.34	1165427.11	90.42
1393196.67	1165413.43	90.94
1393191.73	1165417.72	90.67
1393187.34	1165414.88	90.67
1393187.77	1165414.36	90.7
1393188.52	1165412.86	90.7
1393189.24	1165411.05	90.67
1393190.36	1165408.93	90.51
1393170.47	1165404.11	90.98
1393171.26	1165403.02	90.78
1393170.93	1165403.31	90.78
1393172.3	1165401.63	90.78
1393173.51	1165399.91	90.82
1393174.38	1165398.41	91.13
1393175.22	1165396.5	90.74
1393171.65	1165394.66	91.33
1393169.94	1165394.6	90.96
1393163.65	1165385.86	92.31
1393161.78	1165387.66	91.28
1393160.13	1165389.06	91.15
1393158.34	1165390.64	91.31
1393156.78	1165392.14	91.88
1393159.55	1165394.32	91.58
1393146.93	1165381.98	92.21
1393148.44	1165380.41	92.19
1393148.93	1165379.88	92.09
1393150.52	1165378.56	91.92
1393152.06	1165376.91	91.94
1393153.8	1165375.15	92.29
1393146.4	1165379.07	92.48
1393145.18	1165379.45	92.78

NORTE	ESTE	COTA
1393146.11	1165378.55	92.46
1393146.27	1165376.31	92.18
1393145.83	1165375.86	92.23
1393147.43	1165372.78	92.32
1393147.96	1165372.88	92.31
1393149.27	1165371.7	92.33
1393145.73	1165362.27	92.76
1393142.61	1165364.04	92.55
1393140.81	1165364.95	92.44
1393138.79	1165365.73	92.51
1393136.11	1165367.75	92.7
1393129.14	1165349.92	93.08
1393180.54	1165410.25	90.79
1393145.3	1165353.61	93.02
1393133.85	1165351.67	92.91
1393134.99	1165344.47	93.31
1393131.88	1165347.39	93.13
1393129.39	1165350.71	93
1393128.35	1165352.66	92.98
1393127.22	1165354.61	92.91
1393125.64	1165356.79	93.1
1393115.19	1165347.31	93.46
1393111.66	1165344.09	93.53
1393115.28	1165344.33	93.17
1393116.16	1165343.21	93.29
1393117.21	1165341.37	93.34
1393118.61	1165338.11	93.54
1393118.58	1165335.41	93.62
1393113.19	1165335.57	93.94
1393105.08	1165332.13	94.13
1393102.47	1165330.48	94.27
1393101.48	1165332.14	93.7
1393100.69	1165333.57	93.64
1393099.44	1165335.42	93.57
1393098.69	1165336.82	93.91
1393090.77	1165332.38	94.15
1393091.15	1165331.08	93.91
1393091.79	1165329.67	93.91
1393092.55	1165328.08	93.86
1393093.74	1165326.53	94.28
1393079.56	1165320.24	94.89
1393078.69	1165322.08	94.21
1393078.02	1165323.28	94.27
1393077.16	1165324.85	94.43
1393076.73	1165326.26	94.59
1393060.38	1165319.3	95.19
1393060.96	1165317.5	94.8
1393061.38	1165315.95	94.81
1393061.81	1165314.52	94.81
1393062.39	1165312.52	95.29
1393046.36	1165307.47	95.48
1393129.14	1165349.93	93.09
1393061.22	1165319.51	95.23
1393061.68	1165317.86	94.75
1393062.29	1165316.37	94.79
1393062.48	1165314.41	94.85
1393063.09	1165312.91	95.43
1393049.83	1165314.65	95.52
1393047.47	1165322.38	95.27
1393042.39	1165317.84	95.64
1393044.12	1165313.41	95.54
1393044.92	1165311.31	95.37
1393045.75	1165309.58	95.24
1393046.28	1165307.78	95.43
1393047.15	1165306.91	95.82
1393035.41	1165302.89	96.32
1393034.76	1165304.5	95.77
1393034.42	1165306.14	95.79

NORTE	ESTE	COTA
1393033.81	1165307.84	95.86
1393033.68	1165309.03	96.01
1393019.5	1165305.77	96.56
1393019.76	1165304.01	96.27
1393019.93	1165302.56	96.23
1393020.22	1165300.93	96.28
1393020.61	1165299.22	97.03
1393013.06	1165304.28	96.85
1393007.9	1165303.15	97.27
1393007.55	1165302.62	97.21
1393007.66	1165301.69	96.63
1393007.89	1165300.01	96.62
1393007.69	1165298.22	96.64
1393008.37	1165296.56	97.36
1392989.05	1165292.99	97.44
1392988.82	1165294	96.96
1392988.53	1165295.17	96.96
1392987.81	1165296.85	96.98
1392988.38	1165298.85	97.64
1392988.23	1165299.69	98.25
1392974.78	1165296.34	98.21
1392975.23	1165294.13	97.34
1392975.18	1165292.95	97.17
1392974.96	1165291.22	97.3
1392975.34	1165290.41	97.47
1392954.55	1165285.26	98.06
1392954.19	1165286.96	97.74
1392953.49	1165288.57	97.77
1392952.6	1165289.86	97.78
1392952.12	1165292.39	98.03
1392947.98	1165285.88	97.85
1393046.37	1165307.47	95.48
1392931.68	1165280.74	99
1392931.31	1165282.68	98.23
1392931.02	1165284.41	98.36
1392930.56	1165286.32	98.48
1392930.58	1165287.87	98.93
1392925.49	1165285.92	98.72
1392922.46	1165285.71	99.02
1392913.64	1165284.68	99.64
1392913.1	1165284.53	99.66
1392913.5	1165283.18	99.22
1392914.17	1165281.77	99.09
1392914.59	1165279.98	99.09
1392914.38	1165278.44	99.31
1392914.74	1165277.38	99.86
1392917.4	1165278.35	99.64
1392912.04	1165277.14	99.75
1392903.98	1165275.05	100.36
1392903.45	1165277.83	99.73
1392903.16	1165279.06	99.63
1392902.46	1165281.35	99.77
1392902.08	1165282.52	100.18
1392860.96	1165273.82	101.38
1392947.96	1165285.88	97.86
1392890.49	1165280.75	100.91
1392890.82	1165278.79	100.13
1392891.11	1165277.46	100.17
1392891.45	1165275.27	100.44
1392891.66	1165274.38	100.67
1392891.72	1165272.5	100.72
1392885	1165271.56	100.78
1392877.07	1165278.26	101.01
1392877.33	1165277.07	100.79
1392877.47	1165275.06	100.76
1392877.34	1165273.06	100.83
1392878.11	1165269.6	100.9
1392877.64	1165269.23	100.9
1392876.75	1165269.56	100.87

NORTE	ESTE	COTA
1392874.72	1165269.27	100.89
1392869.57	1165267.05	101.25
1392869.06	1165266.31	101.32
1392868.94	1165263.79	101.47
1392867.24	1165265.85	101.38
1392864.3	1165269.65	101.36
1392861.52	1165273.1	101.34
1392861.61	1165276.31	101.34
1392859.67	1165275.52	101.39
1392858.92	1165275.15	101.27
1392857.64	1165274.58	101.42
1392862.31	1165268.62	101.5
1392863.4	1165269.48	101.31
1392864.26	1165269.52	101.41
1392868.59	1165264.03	101.47
1392868.07	1165263.43	101.42
1392866.97	1165262.6	101.59
1392872.35	1165257.37	101.87
1392873.81	1165255.73	101.89
1392882.69	1165242.37	101.94
1392876.64	1165238.1	101.97
1392865.73	1165249.47	101.88
1392864.41	1165251.17	101.84
1392845.05	1165279.05	101.27
1392850.32	1165284.04	101.24
1392868.34	1165246.42	101.91
1393349.33	1165473.66	91.84
1393349.34	1165473.67	91.83

5. Diseño Geométrico en Planta, Perfil y Secciones Transversales

5.1 Diseño Geométrico en Planta

Se toma el plano topográfico sobre el cual se traza una poligonal que será el eje de la vía, manteniendo el alineamiento existente lo más posible, es decir, para el diseño geométrico en planta las curvas horizontales se deben diseñar de manera que conserve la forma de la vía y que no genere mucho movimiento de tierras, por lo que el radio de la curva se define de acuerdo a las condiciones del terreno.

De acuerdo a esto, en la siguiente figura se muestra una parte del diseño en planta.

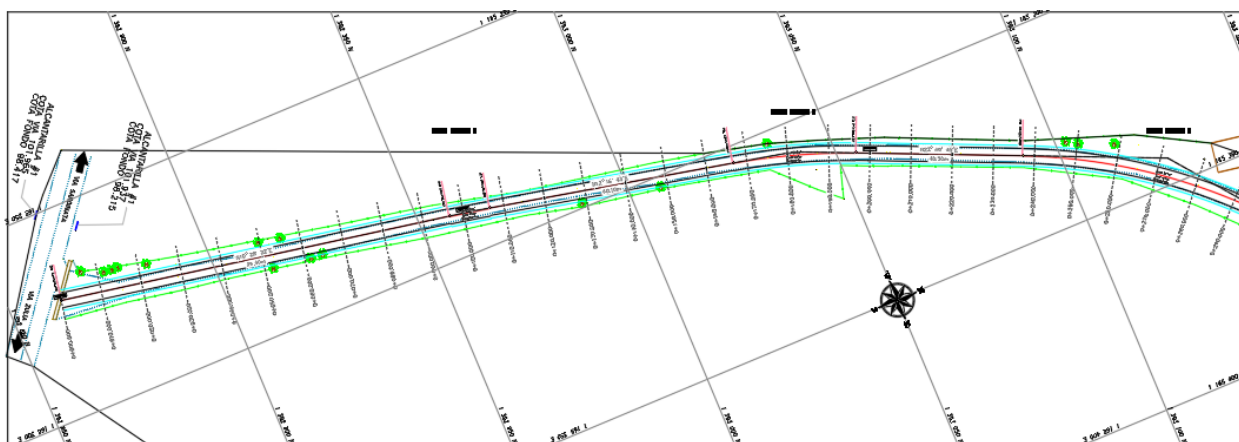


Figura 30. Alineamiento horizontal

En la siguiente tabla se contempla las curvas simples que se diseñaron en ejercicio del alineamiento horizontal que cumpliera con los parámetros establecidos en la Guía de Diseño de Pavimentos con Placa-huella, INVIAS, cuyo manual establece 12 tipos de curvas que varían dependiendo de la deflexión y su radio.

Tabla 5. Tipos de curvas en función de la deflexión y su radio

Curva tipo	Figura No.	Radio (m)	Deflexión Δ , en grados	Berma-cuneta exterior (m)	Piedra pegada exterior (m)	Placa-huella exterior (m)	Piedra pegada central (m)	Placa-huella interior 1 (m)	Placa-huella interior 2 (m)	Piedra pegada interior (m)	Berma-cuneta interior (m)	Ancho total calzada (m)	Longitud transición total (m)	Longitud transición sobrancho (m)
1	1.3	> 150	$\Delta \leq 150$	0.70	0.45	0.90	0.90	0.90	0.00	0.45	0.70	5.00	0	0
2	1.4	$80 < R \leq 150$	$\Delta \leq 150$	0.70	0.45	1.35	0.45	1.35	0.00	0.00	0.70	5.00	6	0
3	1.5	$60 < R \leq 80$	$\Delta \leq 150$	0.70	0.45	1.35	0.45	1.35	0.00	0.00	0.70	5.00	9	0
4	1.6	$40 < R \leq 60$	$\Delta \leq 150$	0.70	0.45	1.35	0.45	1.35	0.00	0.00	0.70	5.00	12	0
5	1.7	$30 < R \leq 40$	$\Delta \leq 150$	0.70	0.45	1.80	0.00	1.80	0.00	0.00	0.70	5.45	12	3
6	1.8	$25 < R \leq 30$	$\Delta \leq 150$	0.70	0.45	1.80	0.00	1.80	0.00	0.00	0.70	5.45	15	3
7	1.9	$20 < R \leq 25$	$\Delta \leq 45$	0.70	0.45	1.80	0.00	1.80	0.00	0.00	0.70	5.45	15	3
8	1.10	$20 < R \leq 25$	$45 < \Delta \leq 150$	0.70	0.45	1.80	0.00	0.90	1.35	0.00	0.70	5.90	15	3
9	1.11	$11 < R \leq 20$	$\Delta \leq 30$	0.70	0.45	1.80	0.00	1.80	0.00	0.00	0.70	5.45	15	3
10	1.12	$11 < R \leq 20$	$30 < \Delta \leq 45$	0.70	0.45	1.80	0.00	0.90	1.35	0.00	0.70	5.90	15	6
11	1.13	$11 < R \leq 20$	$45 < \Delta \leq 90$	0.70	0.45	1.80	0.00	0.90	1.80	0.00	0.70	6.35	18	9
12	1.14	$11 < R \leq 20$	$90 < \Delta \leq 150$	0.70	0.45	1.80	0.00	1.35	1.80	0.00	0.70	6.80	21	9

Tabla 6. Cuadro general de curvas simples diseñadas para la vía en estudio

CUADRO GENERAL DE CURVAS SIMPLES																		
N°CURVA	N° PI	SENTIDO	DELTA Δ	RADIO (mts.)	LONGITUD (mts)	TANGENTE (mts.)	EXTERNA (mts)	ABS P.C.	ABS P.I.	ABS P.T.	NORTE	ESTE	SOBRE ANCHO (mts)	LONGITUD TRANSICIÓN SOBRE ANCHO (mts)	LONGITUD DE TRANSICIÓN TOTAL PLACA HUELLA(mts)	PERALTE (%)	LONGITUD DE TRANSICION DEL PERALTE LT=(L+N) (mts)	CURVA TIPO
	PI-9								KO+554.781		1393342.014	1165488.031						
C8	PI-8	D	29°30'10"	30.00	15.45	7.90	1.02	KO+534.628	KO+542.527	KO+550.076	1393339.489	1165475.682	0.45	3	15	2.00%	3	6
C7	PI-7	D	21°15'51"	151.00	56.04	28.35	2.64	KO+470.776	KO+499.122	KO+526.817	1393310.553	1165442.46	0	0	0	2.00%	3	1
C6	PI-6	D	47°36'47"	30.00	24.93	13.24	2.79	KO+421.156	KO+434.392	KO+446.086	1393251.865	1165411.675	0.45	3	15	2.00%	3	6
C5	PI-5	I	52°30'50"	26.00	23.83	12.83	2.99	KO+379.530	KO+392.356	KO+403.360	1393210.635	1165426.628	0.45	3	15	2.00%	3	6
C4	PI-4	I	19°25'25"	81.00	27.46	13.86	1.18	KO+326.611	KO+340.474	KO+354.070	1393166.694	1165398.547	0	0	6	2.00%	3	2
C3	PI-3	D	28°19'29"	140.00	69.21	35.33	4.39	KO+237.050	KO+272.378	KO+306.260	1393123.884	1165343.745	0	0	6	2.00%	3	2
C2	PI-2	D	11°24'01"	151.00	30.04	15.07	0.75	KO+166.501	KO+181.573	KO+196.546	1393040.634	1165307.237	0	0	0	2.00%	3	1
C1	PI-1	D	1°47'21"	320.2058	10.00	5.00	0.04	KO+096.403	KO+101.403	KO+106.402	1392962.296	1165290.187	0	0	0	2.00%	3	1
	PI-0								KO+000.000		1392862.587	1165271.726						

5.2 Diseño Geométrico en Perfil

De acuerdo al Manual del INVIAS se tomó información correspondiente a la descripción del alineamiento vertical y los parámetros que se tienen en cuenta:

El alineamiento vertical está conformado por una serie de rectas enlazadas por arcos parabólicos, a los que dichas rectas son tangentes. La inclinación de las tangentes verticales y la longitud de las curvas dependen principal mente de la topografía de la zona, del alineamiento horizontal, de la visibilidad de la velocidad del proyecto, de los costos de construcción, de los

costos de operación, del porcentaje de vehículos pesados y de su rendimiento en los ascensos.

Tangente vertical:

Pendiente máxima. La pendiente máxima de una tangente vertical está en relación directa con la velocidad a la que circulan los vehículos, teniendo en dicha velocidad una alta incidencia el tipo de vía que se desea diseñar.

Tabla 7. Relación entre la pendiente máxima y la velocidad específica de la tangente vertical

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	VELOCIDAD ESPECÍFICA DE LA TANGENTE VERTICAL V_{TV} (km/h)											
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Primaria de dos calzadas	-	-	-	-	-	6	6	6	5	5	4	4
Primaria de una calzada	-	-	-	-	8	7	6	6	5	5	5	-
Secundaria	-	-	10	9	8	7	6	6	6	-	-	-
Terciaria	14	12	10	10	10	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: INVIAS, 2008.

Longitud mínima. Para determinar la longitud mínima de la tangentes verticales se tiene en cuenta lo expresado en la siguiente tabla del INVIAS, de acuerdo con la velocidad específica.

Tabla 8. Longitud mínima de la tangente vertical

VELOCIDAD ESPECÍFICA DE LA TANGENTE VERTICAL V_{TV} (km/h)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
LONGITUD MÍNIMA DE LA TANGENTE VERTICAL (m)	40	60	80	140	170	195	225	250	280	305	335	360

Fuente: INVIAS, 2008.

Curvas verticales. Las curvas verticales son las que enlazan dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical, para que en su longitud se efectúe el paso gradual de la pendiente de la

tangente de entrada a la de la tangente de salida.

Las curvas verticales se pueden clasificar por su forma como curvas verticales cóncavas y convexas y de acuerdo con la proporción entre sus ramas que las forman como simétricas y asimétricas.

Curva vertical simétrica. La curva vertical simétrica está conformada por dos parábolas de igual longitud, que se unen en la proyección vertical del PIV.

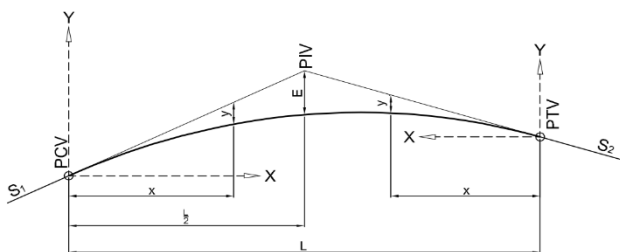


Figura 31. Elementos de la curva vertical simétrica

Fuente: INVIAS, 2008.

Dónde,

PCV: Principio de la curva vertical.

PIV: Punto de intersección de las tangentes verticales.

PTV: Terminación de la curva vertical.

L: Longitud de la curva vertical.

S_1 : Pendiente de la tangente de entrada, en porcentaje (%)

S_2 : Pendiente de la tangente de salida, en porcentaje (%)

A: Diferencia algebraica de pendientes. $A = |S_1 - S_2|$

E: Externa. Ordenada vertical desde el PIV a la curva, dada en metros, se determina así:

$$E = \frac{A * L}{800}$$

X: distancia horizontal a cualquier punto de la curva desde el PCV o desde el PTV.

Y: ordenada vertical en cualquier punto, también llamada corrección de la curva vertical, se calcula mediante la expresión:

$$y = x^2 \left(\frac{A}{2000 L} \right)$$

Curva vertical asimétrica. La curva vertical asimétrica está conformada por dos parábolas de diferente longitud (L_1 , L_2) que se unen en la proyección vertical del PIV.

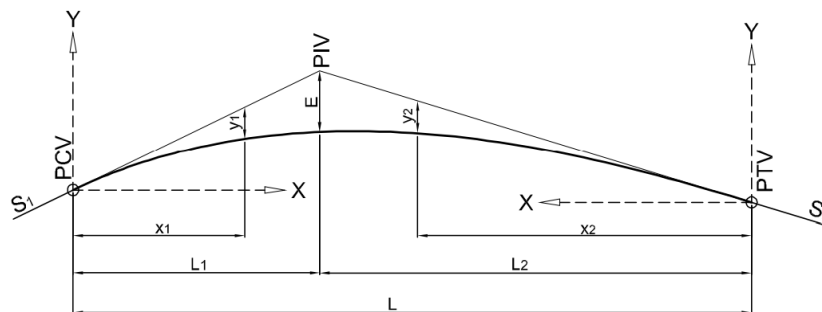


Figura 32. Elementos de la curva vertical asimétrica

Fuente: INVIAS, 2008.

Dónde,

PCV: Principio de la curva vertical.

PIV: Punto de intersección de las tangentes verticales.

PTV: Terminación de la curva vertical.

S_1 : Pendiente de la tangente de entrada (%).

S_2 : Pendiente de la tangente de salida (%).

L_1 : Longitud de la primera rama, medida por su proyección horizontal (m).

L_2 : longitud de la segunda rama, medida por su proyección horizontal (m).

L : longitud de la curva vertical, medida por su proyección horizontal $L = L_1 + L_2$ y $L_1 \neq L_2$.

A : Diferencia algebraicas de pendientes $A = |S_1 - S_2|$

E : Externa. Ordenada vertical desde el PIV a la curva, dada en metros, se determina así:

$$E = \frac{A * L_1 * L_2}{200(L_1 + L_2)}$$

X_1 : Distancia horizontal a cualquier punto de la primera rama de la curva medida desde el PCV.

X_2 : Distancia horizontal a cualquier punto de la segunda rama de la curva medida desde el PTV.

Y_1 : ordenada vertical en cualquier punto de la primera rama medida desde el PCV, se calcula mediante la expresión:

$$y_1 = E \times \left(\frac{x_1}{L_1} \right)^2$$

Y_2 : Ordenada vertical en cualquier punto de la primera rama medida desde el PTV, su ecuación es:

$$y_2 = E \times \left(\frac{x_2}{L_2} \right)^2$$

Un parámetro importante para el diseño de las curvas verticales es la longitud mínima, la cual se calcula de acuerdo a los siguientes criterios:

Criterio de seguridad: Establece una longitud mínima que debe tener la curva vertical para que en toda su trayectoria la distancia de visibilidad sea mayor o igual a la de parada(DP).

$$L_{\min} = \frac{A \times (D_p)^2}{200 \times (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}$$

Dónde,

L_{\min} : longitud mínima de la curva (m)

A: diferencia algebraica de pendientes (%)

D_p : distancia de visibilidad de parada, asociada a la velocidad específica de la curva vertical (V_{cv}), en metros.

H_1 : Altura de ojo del conductor, en metros. $h_1=1.08$ m

H_2 : Altura del obstáculo, en metros. $h_2=0.60$ m.

Para el cálculo de la distancia de visibilidad de parada (D_p) se tiene en cuenta valor adecuado en la cresta de la curva vertical K_{\min} , el cual se encuentra expresado en la siguiente tabla de acuerdo a la velocidad de diseño y el tipo de curva vertical (cóncava, convexa).

Tabla 9. Valores de K_{\min} para el control de la distancia de visibilidad de parda y longitudes mínimas según el criterio de operación en curvas verticales

VELOCIDAD ESPECÍFICA V_{cv} (km/h)	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (m)	VALORES DE K_{\min}				LONGITUD MÍNIMA SEGÚN CRITERIO DE OPERACIÓN (m)
		CURVA CONVEXA		CURVA CÓNCAVA		
		CALCULADO	REDONDEADO	CALCULADO	REDONDEADO	
20	20	0.6	1.0	2.1	3.0	20 ⁽¹⁾
30	35	1.9	2.0	5.1	6.0	20 ⁽¹⁾
40	50	3.8	4.0	8.5	9.0	24
50	65	6.4	7.0	12.2	13.0	30
60	85	11.0	11.0	17.3	18.0	36
70	105	16.8	17.0	22.6	23.0	42
80	130	25.7	26.0	29.4	30.0	48
90	160	38.9	39.0	37.6	38.0	54
100	185	52.0	52.0	44.6	45.0	60
110	220	73.6	74.0	54.4	55.0	66
120	250	95.0	95.0	62.8	63.0	72
130	285	123.4	124.0	72.7	73.0	78

Fuente: INVIAS, 2008.

Criterio de operación: Establece una longitud mínima que debe tener la curva vertical para evitar al usuario la impresión de un cambio súbito de pendiente. ($L_{\min} = 0.6 V$)

Criterio de drenaje: Establece una longitud máxima que puede tener la curva vertical para evitar que, por ser muy extensa, en su parte central resulte muy plana dificultándose el drenaje de la calzada. ($L_{\min} = 50 A$)

5.3 Diseño de la Sección Transversal de la Vía

Según la Guía de Diseño de Pavimentos con Placa-huella, INVIAS, se propone armar la estructura del pavimento (placas-huella y riostras) ajustándola al diseño geométrico de la curva utilizando "fichas" en forma similar como se hace en los juegos de Extralandia o Lego.

Las fichas son placas-huella de forma rectangular o ligeramente trapezoidal de anchos preestablecidos: 0.45 m, 0.90 m, 1.35 m y 1.80m. y longitudes entre 1.00 m y 2.80 m. Los dos primeros valores de ancho de las placas-huella (0.45 y 0.90 m) corresponden al ancho de las franjas laterales de piedra pegada, al ancho de las placas-huella en tangente y al ancho de la franja central de piedra pegada. Los otros dos valores de ancho (1.35 y 1.80 m) son múltiplos de los dos valores anteriores y se requieren para el armado del pavimento en las curvas con sobreancho.

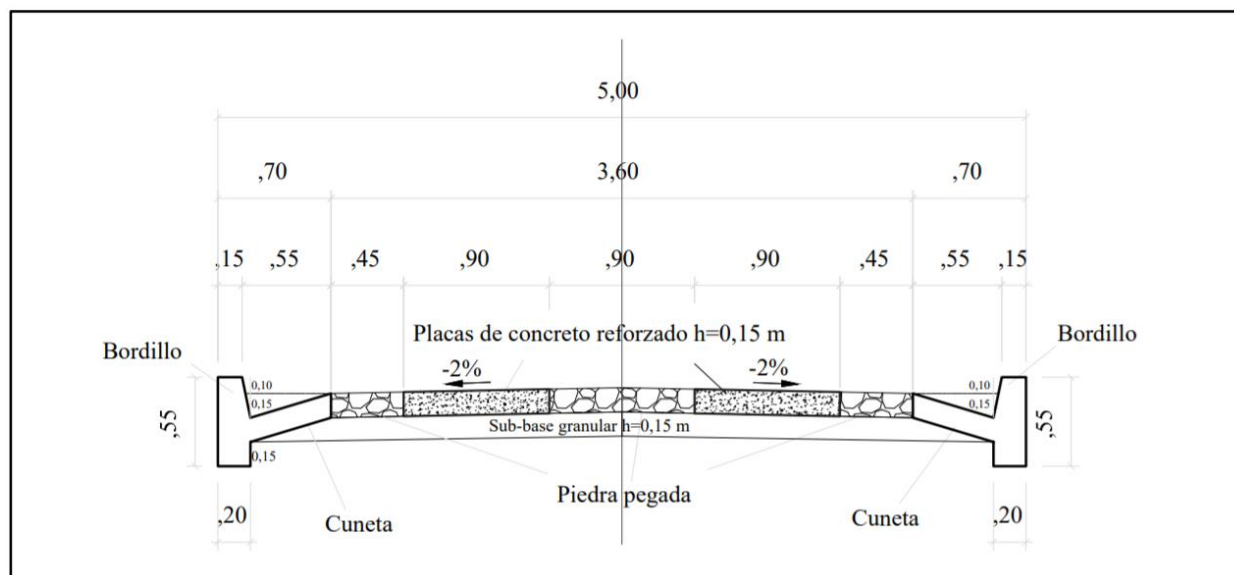


Figura 33. Alineamiento horizontal

Fuente: Placa-Huella, 2015.

6. Estudio Geotécnico

Este estudio se realizó para conocer la capacidad portante del suelo, cuyo dato es importante para evaluar si el comportamiento que tiene el suelo es buena o mala de acuerdo al valor que tenga, así que, con ello se determina si es necesario agregar un material para mejorar el suelo que sirva de cimentación para la estructura de pavimento que este caso es una placa huella. El estudio de suelo requiere de la extracción de las muestras cumpliendo con la norma INVIAS, el cual indica que cada 250 metros de distancia de debe hacer un apique de 1 metro de profundidad o hasta el suelo de fundación.

En la siguiente figura se puede observar la ubicación de los apiques que fueron necesarios para el proyecto.

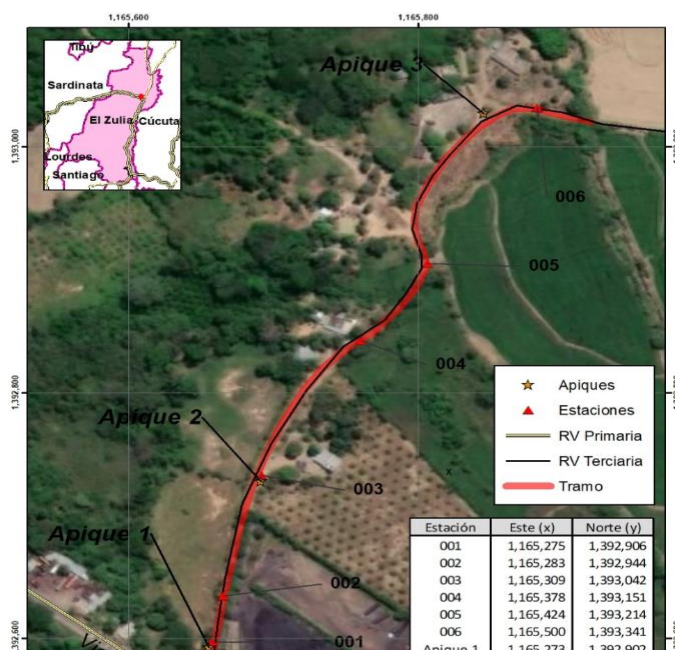


Figura 34. Ubicación de los apiques

Fuente: Google Earth, 2020.

Se hizo el estudio en seis puntos o estaciones del tramo en estudio, con el fin de asegurarnos de que el suelo tuviera un buen análisis de la capacidad portante y de acuerdo al tipo de suelo se puede decir que no es un suelo arcilloso sino granular con partículas de arcilla.

Una de las formas para realizar el ensayo de capacidad portante que se presta para este tipo de suelo es el CBR in situ, para esto se utilizó el gato mecánico de tornillo aplicando la carga al pistón a velocidad constante y se registrando las lecturas del anillo de carga de incremento de penetración y la profundidad de la que se obtienen la curva de esfuerzo – penetración. Por último, se calculó la relación de soporte en porcentaje.

Los resultados de los ensayos de los ensayos se muestran a continuación:

Tabla 10. Cálculo de CBR

Estación	%CBR Ordenada <a>
4	4.5
3	6
2	7.5
6	10
1	10.2
5	10.5

En las siguientes figuras se contemplan los análisis de los ensayos de cada estación.

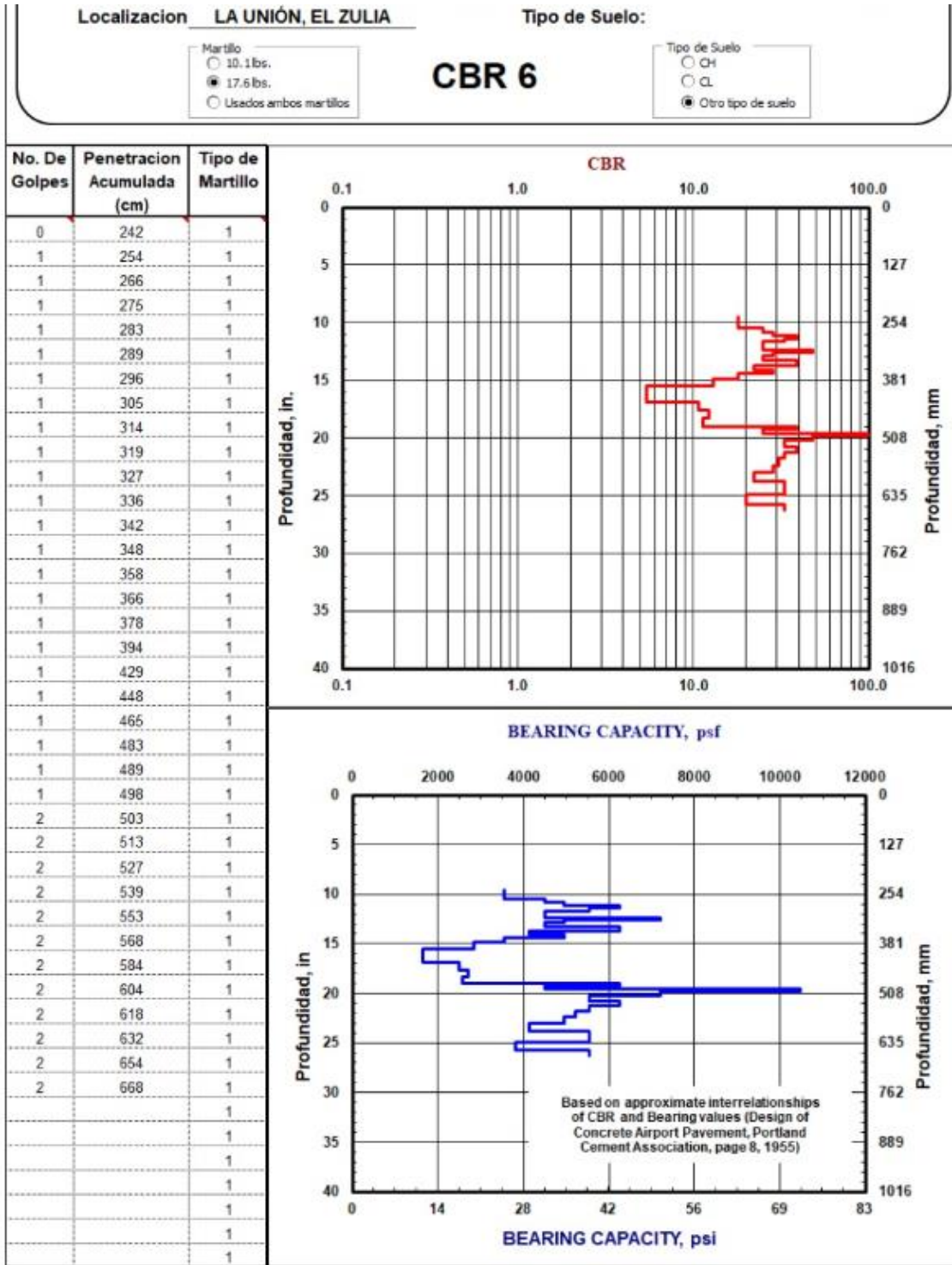


Figura 40. CBR 6

De acuerdo a estos ensayos, se procede a utilizar el método percentil para calcular el CBR general de todo el tramo.

Tabla 11. Valores mayores y menores

Estación	%CBR Ordenada <a>	Valores > o = %CBR mismo	% de valores iguales o mayores	Este (x)	N (y)	Abcisa
4	4.5	1	100	1,165,378	1,393,151	
3	6	2	83.334	1,165,309	1,393,042	
2	7.5	3	66.668	1,165,283	1,392,944	
6	10	4	50.002	1,165,500	1,393,341	
1	10.2	5	33.336	1,165,275	1,392,906	
5	10.5	6	16.67	1,165,424	1,393,214	

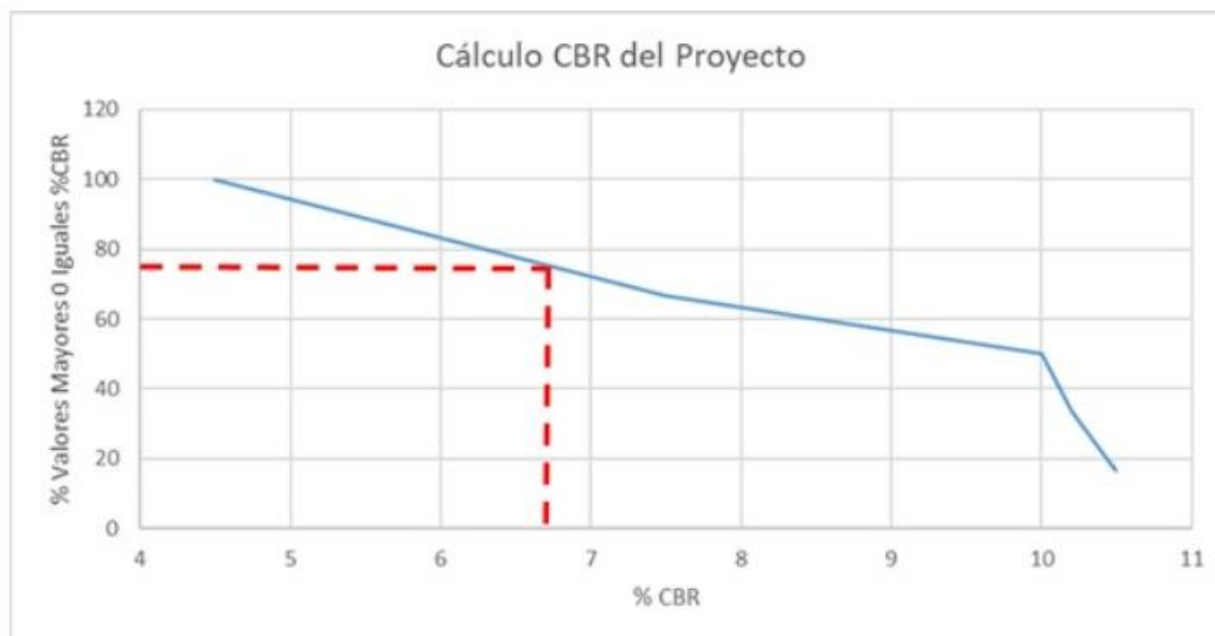


Figura 41. CBR del proyecto

El valor del CBR para el tramo en estudio es de 6.7% que se considera como un suelo de comportamiento muy bueno.

7. Diseño de la Estructura del Pavimento

Según la Guía de Diseño de Pavimentos con Placa-huella menciona los elementos que contiene la estructura con sus dimensiones y especificaciones de construcción para que funcione monolíticamente:

Placa huella:

La placa-huella tendrá las siguientes características:

Longitud:

La longitud puede fluctuar entre un valor mínimo de un metro (1,00 m) y un valor máximo de dos metros con ochenta centímetros (2,80 m).

Ancho:

Las placas-huella pueden ser de tres anchos:

Noventa centímetros (0,90 m).

Un metro con treinta y cinco centímetros (1,35 m).

Un metro con ochenta centímetros (1,80 m).

Espesor:

Quince centímetros (0,15 m). El espesor es igual para todos los tamaños de placa-huella.

Refuerzo longitudinal:

Una varilla número 4 cada quince centímetros (1#4@0,15).

Refuerzo transversal:

Una varilla número 2 cada treinta centímetros (1#2@0,30).

La longitud de traslape de las varillas longitudinales #4 es de mínimo sesenta (60 cms) centímetros.

Riostra:

La riostra es una viga transversal de concreto reforzado en la que su acero de refuerzo se entrecruza con el acero de refuerzo de la placa-huella del módulo anterior y con el acero de refuerzo de la placa-huella del módulo siguiente.

El ancho de la riostra es de veinte centímetros (0,20 m).

-El peralte de la riostra es de treinta centímetros (0,30 m). Dicha riostra se apoya totalmente sobre la superficie existente, es decir en la superficie sobre la que se construye la subbase, previa la colocación de un solado de limpieza de tres centímetros (0,03 m) de espesor.

Piedra pegada:

La piedra pegada es una capa de concreto ciclópeo con espesor de quince centímetros (0,15 m).

Berma-cuneta y bordillo:

La Berma-cuneta y el bordillo son elementos de drenaje superficial construidos en concreto reforzado, fundidos monolíticamente y articulados estructuralmente con la riostra. La razón de

fundir monolíticamente la berma-cuneta y el bordillo es evitar la junta de construcción que se formaría en la frontera entre ambos elementos, junta que con el paso del tiempo se convertiría en un surca que permitiría la infiltración del agua que correría por la berma-cuneta con el consecuente deterioro del pavimento.

Subbase:

Una vez que a la superficie existente se le haya rectificando su perfil longitudinal, con pequeños rellenos, y se encuentre adecuadamente compactada se deberá extender, conformar y compactar una capa de subbase que cumpla la especificación general vigente en el Instituto Nacional de Vías. La subbase deberá tener, COMO MÍNIMO, quince (15) centímetros de espesor en todo el ancho de la sección transversal.

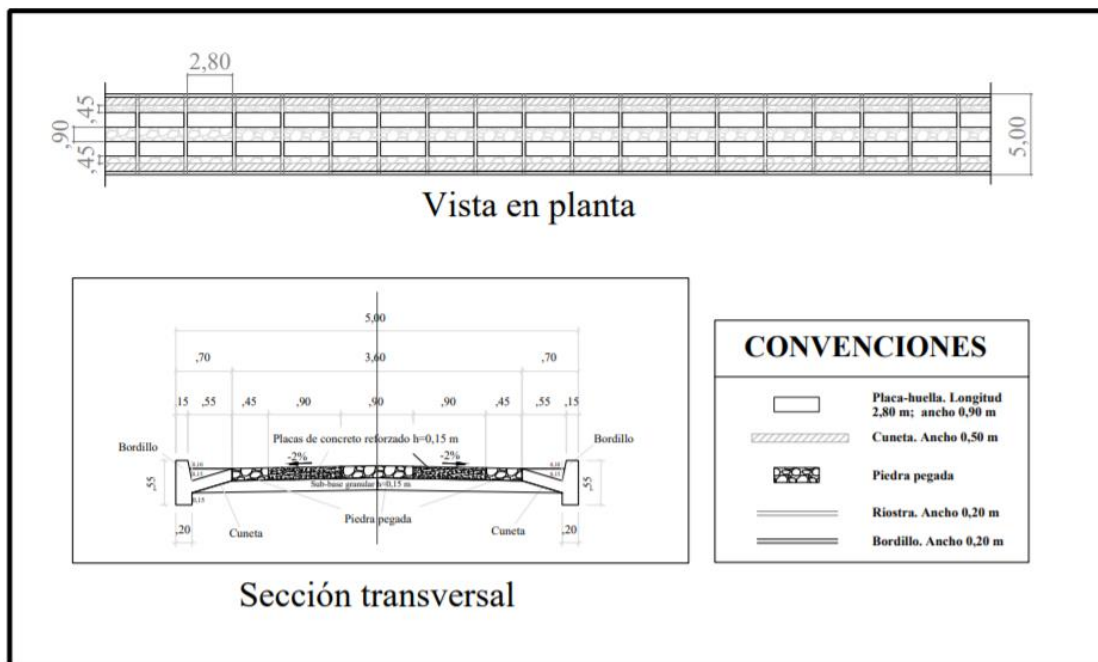


Figura 42. Estructura de pavimento en placa huella

Fuente: Placa-huella, 2015.

8. Estudio de Drenaje

El sistema de drenaje longitudinal está constituido por aquellas estructuras que se construyen en forma paralela al eje de la carretera; la más común es la cuneta, canal que recoge el caudal que corre por la vía y lo canaliza. Por lo general, la entrega se realiza aguas arriba o aguas debajo de una alcantarilla en una zona preparada para permitir el paso de agua.

Cálculo del caudal de escorrentía. Para estimar el caudal de escorrentía superficial se empleará el método racional, modelo empírico simple el cual se puede aplicar en áreas pequeñas de menos de 80 Ha.

Para hallar el caudal pico de aguas lluvias por este método, se utilizó el área del drenaje, la intensidad media del evento de precipitación, con una duración igual al tiempo de concentración del área de drenaje y un coeficiente de impermeabilidad.

$$Q = 2.78 C.I.A$$

Donde,

Q = Caudal pico de aguas lluvias, (L/s).

C = Coeficiente de impermeabilidad definido para cada área tributaria, (adimensional).

I = Intensidad de precipitación correspondiente al tiempo de concentración utilizado, (mm/h).

A = Área tributaria de drenaje, (Ha).

De acuerdo a lo anterior se procede:

1. Se determinó el área de la cuenca que incide en la vía en estudio, usando las herramientas de Google Earth y Autocad,
2. Según la tabla 12 se tiene en cuenta dos coeficientes de impermeabilidad siendo para cada área anteriormente mencionada, con esto, se promedió y así obtener un único valor del mismo.

$$C = \frac{(\sum C \times A)}{A}$$

Tabla 12. Coeficiente de Impermeabilidad

Tipo de superficie	C
Cubiertas	0,90
Pavimentos asfálticos y superficies de concreto	0,90
Vías adoquinadas	0,85
Zonas comerciales o industriales	0,90
Residencial, con casas contiguas, predominio de zonas duras	0,75
Residencial multifamiliar, con bloques contiguos y zonas duras entre estos	0,75
Residencial unifamiliar, con casas contiguas y predominio de jardines	0,60
Residencial, con casas rodeadas de jardines o multifamiliares apreciablemente separados	0,45
Residencial, con predominio de zonas verdes y parques-cementerios	0,30
Laderas sin vegetación	0,60
Laderas con vegetación	0,30
Parques recreacionales	0,30

Fuente. RAS2000.

Teniendo en cuenta lo expresado en la tabla anterior, para el área residencial unifamiliar con predominio de cubiertas y para el área de las vías pavimentadas se utiliza un $C = 0,90$.

$$C = \frac{(0,90 \times 3,29) + (0,90 \times 2,97)}{6,26} = 0,90$$

3. Para conocer la intensidad de precipitación se utilizaron datos registrados en la estación climatológica del IDEAM: Aeropuerto Camilo Daza, ubicada en la Ciudad de Cúcuta.

Se obtuvo las curvas de intensidad-duración-frecuencia (IDF) que constituyen la base climatológica para la estimación de los caudales de diseño. Estas curvas sintetizan las características de los eventos extremos máximos de precipitación de una determinada zona y definen la intensidad media de lluvia para diferentes duraciones de eventos de precipitación con periodos de retorno específicos.

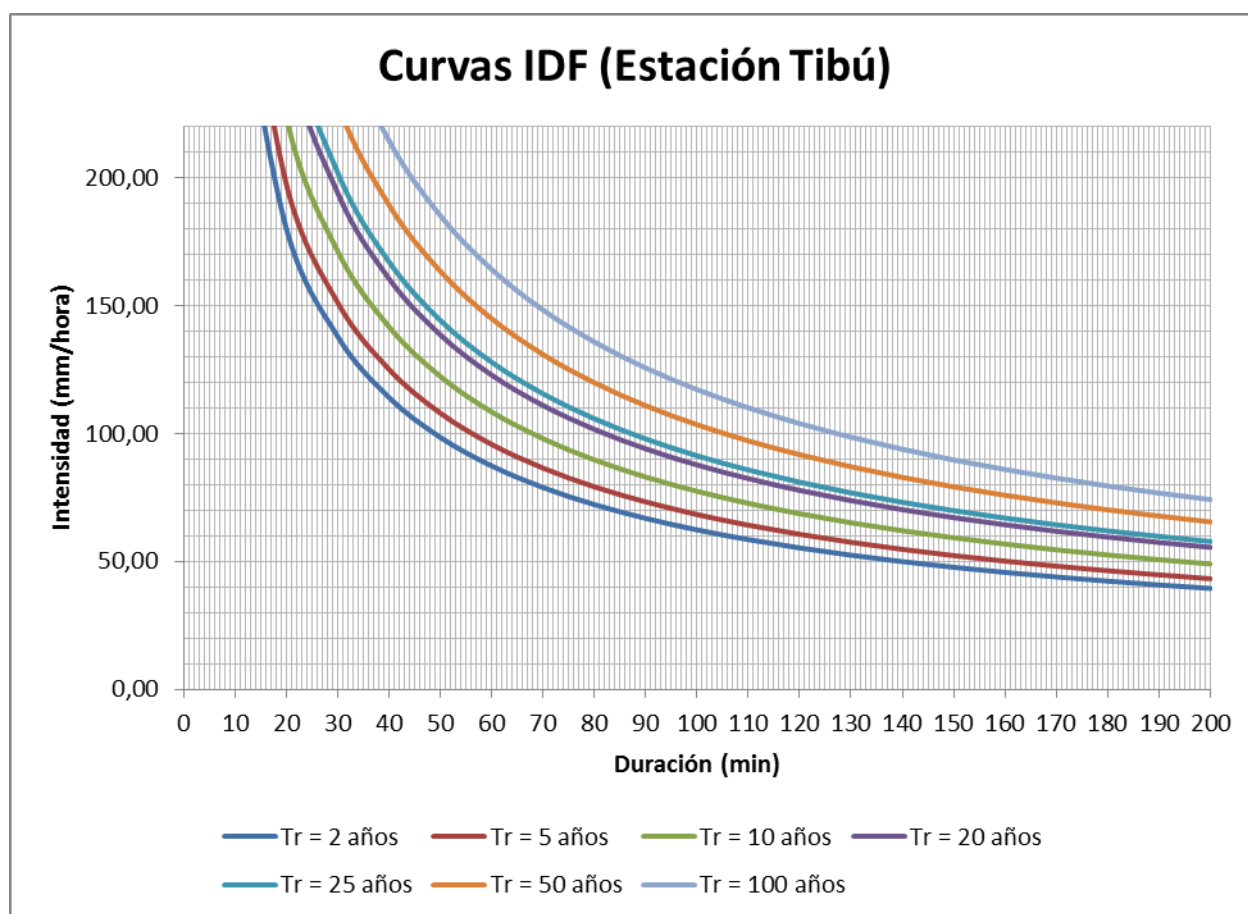


Figura 43. Curvas intensidad-duración-frecuencia (IDF) de la Estación Tibú

Fuente: IDEAM, 2020.

Tabla 13. Cálculo de intensidades para diferentes periodos de retorno, Estación Tibú

CUADRO 1 DE 1							
ESTACIÓN TIBÚ (16035010)							
t (min)	PERIODO DE RETORNO EN (AÑOS)						
	3	5	10	20	25	50	100
10	285.05	312.51	354.03	401.08	417.52	473.00	535.85
20	180.40	197.78	224.06	253.83	264.24	299.35	339.13
30	138.05	151.34	171.45	194.24	202.20	229.07	259.50
40	114.17	125.17	141.80	160.65	167.23	189.45	214.63
50	98.54	108.03	122.38	138.65	144.33	163.51	185.24
60	87.37	95.78	108.51	122.93	127.97	144.97	164.23
70	78.92	86.52	98.01	111.04	115.59	130.95	148.35
80	72.26	79.22	89.74	101.67	105.84	119.90	135.83
90	66.85	73.29	83.03	94.07	97.92	110.93	125.67
100	62.36	68.37	77.45	87.75	91.34	103.48	117.23
110	58.56	64.20	72.73	82.40	85.77	97.17	110.08
120	55.29	60.62	68.67	77.80	80.99	91.75	103.94
130	52.45	57.50	65.14	73.80	76.82	87.03	98.59
140	49.94	54.75	62.03	70.27	73.15	82.87	93.89
150	47.72	52.32	59.27	67.14	69.90	79.18	89.71
160	45.73	50.13	56.80	64.34	66.98	75.88	85.97
170	43.94	48.17	54.57	61.82	64.35	72.91	82.59
180	42.31	46.39	52.55	59.53	61.97	70.21	79.54
190	40.83	44.76	50.71	57.45	59.80	67.75	76.75
200	39.47	43.27	49.02	55.53	57.81	65.49	74.19

Fuente: IDEAM, 2020.

Para Tibú la intensidad es de 95.9 mm/h.

Entonces,

$$Q = 2.78 (0.90) (95.9 \text{ mm/h}) (6.26 \text{ Ha})$$

$$Q = 1502.035 \text{ L /s} = 1.5 \text{ m}^3 \text{ /s}$$

Seccion y altura de bordillo. Para el cálculo de la sección hidráulica de esta estructura de drenaje, se utilizó la ecuación de Manning o Strickler, donde su expresión es:

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} S^{1/2}$$

Dónde:

Q = Caudal (m³/s)

n = Rugosidad

A = Área de drenaje (m²)

R = Radio hidráulico (m)

S = Pendiente (%)

Datos:

El valor del caudal de 1.5 m³/s calculado anteriormente, se dividió en la cantidad de cuadras que desembocan en la vía y éste último se subdividió en las dos cunetas bordillo de que se diseñaran para cada lado de la vía:

Rugosidad del Pavimento asfáltico n = 0.016

Área de drenaje para una sección de la vía A =

Radio hidráulico para la sección de la vía = $\frac{b \cdot y}{b + 2y}$

Pendiente S = 1.67%

Reemplazando en la ecuación de Manning, para una base $b = 6.6$ m (Ancho de la calzada)

$$1.5 = \frac{1}{(0.016)} (6.6*y) \left(\frac{6.6*y}{6.6+2y} \right)^{2/3} (3.00\%)^{1/2}$$

Despejando la lámina de agua, se tiene: $Y = 0.093$ m

Para la sección del bordillo se tuvo en cuenta lo establecido en los manuales de diseño urbanístico, donde la altura mínima libre de un bordillo es de 12 cm. Para este diseño la altura total del bordillo es de 15cm

9. Cantidades de Movimientos de tierras

En este capítulo se presenta las cantidades de movimientos de tierras que se generan para construir el proyecto de la vía en placa huella con una subbase granular de espesor 30 cms en total.

Tabla 14. Movimiento de tierras

MOVIMIENTOS DE TIERRA							
ABSCISAS	AREA DE CORTE	AREA DE TERRAPLEN	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN DE TERRAPLEN	VOLUMEN CORTE ACUMULADO	VOLUMEN TERRAPLEN ACUMULADO	VOLUMEN NETO
0+000.00	1.7	0.01	0	0	0	0	0
0+010.00	1.93	0	23.56	0.06	23.56	0.06	23.5
0+020.00	2.36	0	27.87	0.02	51.43	0.07	51.35
0+030.00	2.19	0	29.58	0	81.01	0.07	80.93
0+040.00	1.86	0	26.33	0	107.34	0.07	107.26
0+050.00	2.15	0	26.08	0	133.42	0.07	133.34
0+060.00	2.79	0	32.1	0	165.52	0.07	165.44
0+070.00	0.97	0.02	24.42	0.12	189.94	0.19	189.75
0+080.00	1.72	0	17.49	0.12	207.43	0.31	207.12
0+090.00	1.55	0	21.25	0	228.69	0.31	228.37
0+100.00	2.54	0	26.59	0	255.28	0.32	254.97
0+110.00	3.65	0	40.23	0	295.51	0.32	295.19
0+120.00	3.01	0	43.28	0	338.79	0.32	338.47
0+130.00	3.84	0	44.53	0	383.32	0.32	383
0+140.00	4.26	0	52.65	0	435.97	0.32	435.66
0+150.00	5.39	0	62.68	0	498.65	0.32	498.34
0+160.00	3.75	0	59.38	0	558.03	0.32	557.72
0+170.00	3.22	0	45.31	0	603.35	0.32	603.03
0+180.00	2.76	0	38.88	0	642.23	0.32	641.91
0+190.00	3.75	0	42.34	0	684.57	0.32	684.25
0+200.00	3.06	0	44.33	0	728.9	0.32	728.58
0+210.00	2.42	0	35.66	0	764.55	0.32	764.24
0+220.00	2.05	0	29.05	0	793.6	0.32	793.29
0+230.00	1.82	0	25.16	0	818.77	0.32	818.45
0+240.00	1.62	0	22.37	0	841.14	0.32	840.83
0+250.00	2.63	0	27.65	0	868.8	0.32	868.48
0+260.00	3.58	0	40.44	0	909.24	0.32	908.91
0+270.00	2.78	0	41.37	0	950.6	0.32	950.28
0+280.00	2.67	0	35.42	0	986.02	0.32	985.7
0+290.00	2.56	0	34	0	1020.02	0.32	1019.7
0+300.00	2.64	0	33.79	0	1053.81	0.32	1053.49
0+310.00	2.83	0	35.55	0	1089.36	0.32	1089.04
0+320.00	1.61	0	28.85	0	1118.21	0.32	1117.89
0+330.00	0.92	0.02	16.41	0.12	1134.61	0.44	1134.17
0+340.00	1.01	0.02	12.55	0.25	1147.17	0.69	1146.48
0+350.00	1.13	0.01	13.94	0.2	1161.11	0.89	1160.21
0+360.00	1.89	0.01	19.62	0.11	1180.73	1	1179.73
0+370.00	3.33	0	33.92	0.03	1214.65	1.03	1213.61
0+380.00	4.06	0	48	0	1262.64	1.03	1261.61
0+390.00	3.29	0	47.1	0	1309.74	1.03	1308.71
0+400.00	2.28	0.01	35.87	0.04	1345.61	1.07	1344.54
0+410.00	1.76	0.01	26.22	0.09	1371.83	1.16	1370.67
0+420.00	1.49	0.01	21.17	0.13	1393	1.3	1391.7
0+430.00	1.52	0.01	19.54	0.15	1412.54	1.45	1411.09
0+440.00	1.88	0.01	21.96	0.1	1434.5	1.55	1432.94
0+450.00	3.16	0	32.91	0.05	1467.41	1.6	1465.8
0+460.00	1.76	0.01	31.97	0.06	1499.38	1.66	1497.72
0+470.00	1.44	0.01	20.77	0.09	1520.15	1.75	1518.4
0+480.00	1.92	0	21.82	0.07	1541.97	1.81	1540.16
0+490.00	2.12	0	26.27	0.02	1568.24	1.83	1566.41
0+500.00	2.48	0	29.93	0	1598.16	1.83	1596.33
0+510.00	1.83	0	28.05	0	1626.21	1.83	1624.38
0+520.00	1.74	0.01	23.18	0.05	1649.39	1.88	1647.51
0+530.00	1.37	0.01	20.21	0.12	1669.61	2	1667.61
0+540.00	1.09	0.02	16.02	0.18	1685.63	2.18	1683.45
0+550.00	2.01	0.01	19.96	0.16	1705.59	2.34	1703.25
0+554.78	1.97	0	12.39	0.02	1717.98	2.36	1715.62

CANTIDADES DE OBRA			
TIPO DE OBRA:	PLACA HUELLA TRAMO K0+000 - K0+554.781		
ITEM	LOCALIZACION Y REPLANTEO		M2
ABSCISA (PR)	(A). ANCHO CALZADA (Mts)	(B). DISTANCIA ENTRE SECCIONES (Mts)	(C) AREA (M2)
K0+000	5.00		
		10.00	50.00
K0+010	5.00		
		10.00	50.00
K0+020	5.00		
		10.00	50.00
K0+030	5.00		
		10.00	50.00
K0+040	5.00		
		10.00	50.00
K0+050	5.00		
		10.00	50.00
K0+060	5.00		
		10.00	50.00
K0+070	5.00		
		10.00	50.00
K0+080	5.00		
		10.00	50.00
K0+090	5.00		
		10.00	50.00
K0+100	5.00		
		10.00	50.00
K0+110	5.00		
		10.00	50.00
K0+120	5.00		
		10.00	50.00
K0+130	5.00		
		10.00	50.00
K0+140	5.00		
		10.00	50.00
K0+150	5.00		
		10.00	50.00
K0+160	5.00		
		6.50	32.51
K0+167	5.00		
		3.50	17.50
K0+170	5.00		
		10.00	50.00
K0+180	5.00		
		10.00	50.00
K0+190	5.00		
		6.55	32.74
K0+197	5.00		
		3.45	17.27
K0+200	5.00		
		10.00	50.00
K0+210	5.00		
		10.00	50.00
K0+220	5.00		
		10.00	50.00
K0+230	5.00		
		7.05	35.25
K0+237	5.00		
		2.95	14.75
K0+240	5.00		
		10.00	50.00
K0+250	5.00		
		10.00	50.00

CANTIDADES DE OBRA			
TIPO DE OBRA:	PLACA HUELLA TRAMO K0+000 - K0+554.781		
ITEM	LOCALIZACION Y REPLANTEO		M2
ABSCISA (PR)	(A). ANCHO CALZADA (Mts)	(B). DISTANCIA ENTRE SECCIONES (Mts)	(C) AREA (M2)
K0+260	5.00		
		10.00	50.00
K0+270	5.00		
		10.00	50.00
K0+280	5.00		
		10.00	50.00
K0+290	5.00		
		10.00	50.00
K0+300	5.00		
		6.26	31.31
K0+306	5.00		
		3.74	18.69
K0+310	5.00		
		10.00	50.00
K0+320	5.00		
		6.61	33.05
K0+327	5.00		
		3.39	16.95
K0+330	5.00		
		10.00	50.00
K0+340	5.00		
		10.00	50.00
K0+350	5.00		
		4.07	20.36
K0+354.071	5.00		
		5.93	29.64
K0+360	5.00		
		10.00	50.00
K0+370	5.00		
		9.53	47.65
K0+379.530	5.00		
		0.47	2.46
K0+380	5.45		
		10.00	54.50
K0+390	5.45		
		10.00	54.50
K0+400	5.45		
		3.36	18.31
K0+403.360	5.45		
		3.97	20.74
K0+407.330	5.00		
		PUENTE	0.00
K0+413.676	5.00		
		6.32	31.62
K0+420	5.00		
		1.68	8.76
K0+421.676	5.45		
		8.32	45.37
K0+430	5.45		
		10.00	54.50
K0+440	5.45		
		6.09	33.17
K0+446.086	5.45		
		3.91	20.45
K0+450	5.00		
		10.00	50.00
K0+460	5.00		
		10.00	50.00
K0+470	5.00		
		0.78	3.88
K0+471	5.00		
		9.22	46.12
K0+480	5.00		
		10.00	50.00
K0+490	5.00		
		10.00	50.00
K0+500	5.00		
		10.00	50.00

CANTIDADES DE OBRA			
TIPO DE OBRA:	PLACA HUELLA TRAMO K0+000 - K0+554.781		
ITEM	LOCALIZACION Y REPLANTEO		UNIDAD M2
ABSCISA (PR)	(A). ANCHO CALZADA (Mts)	(B). DISTANCIA ENTRE SECCIONES (Mts)	(C) AREA (M2)
K0+510	5.00		
		10.00	50.00
K0+520	5.00		
		6.82	34.09
K0+527	5.00		
		3.18	15.92
K0+530	5.00		
		4.63	24.18
K0+534.628	5.45		
		5.37	29.28
K0+540	5.45		
		10.00	54.50
K0+550	5.45		
		0.08	0.41
K0+550.075	5.45		
		4.71	24.59
K0+554.781	5.00		
TOTAL		548.44	2,775.00
		Mts	M^2

CANTIDADES DE OBRA									
TIPO DE OBRA:		PLACA HUELLA TRAMO K0+000 - K0+554.781							
ITEM	CONFORMACION DE LA SUBBASE Espesor = 0.15 m						UNIDAD	M3	
ABSCISA (PR)	(A). ANCHO EXCVACION (Mts)	(B). ALTURA IZQUIERDA (Mts)	(C).ALTURA EJE (Mts)	(D). ALTURA DERECHA (Mts)	(E). ALTURA PROMEDIO EXCAVACION (Mts).	(F) AREA DE LA SECCION (M2).	(F). AREA PROMEDIO ENTRE SECCIONES (M2).	(G). DISTANCIA ENTRE SECCIONES (Mts)	(H). VOLUMEN ENTRE SECCIONES (M3).
K0+000	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	10.00	7.50
K0+010	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	10.00	7.50
K0+020	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	10.00	7.50
K0+030	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	10.00	7.50
K0+040	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	10.00	7.50
K0+050	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	10.00	7.50
K0+060	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	10.00	7.50
K0+070	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	10.00	7.50
K0+080	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	10.00	7.50
K0+090	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	10.00	7.50
K0+100	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	10.00	7.50
K0+110	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	10.00	7.50
K0+120	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	10.00	7.50
K0+130	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	10.00	7.50
K0+140	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	10.00	7.50
K0+150	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	10.00	7.50
K0+160	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	6.50	4.88
K0+167	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	3.50	2.62
K0+170	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	10.00	7.50
K0+180	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	10.00	7.50
K0+190	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	6.55	4.91
K0+197	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	3.45	2.59
K0+200	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	10.00	7.50

CANTIDADES DE OBRA									
TIPO DE OBRA:		PLACA HUELLA TRAMO K0+000 - K0+554.781							
ITEM	CONFORMACION DE LA SUBBASE Espesor = 0.15 m						UNIDAD	M3	
ABSCISA (PR)	(A). ANCHO EXCVACION (Mts)	(B). ALTURA IZQUIERDA (Mts)	(C).ALTURA EJE (Mts)	(D). ALTURA DERECHA (Mts)	(E). ALTURA PROMEDIO EXCAVACION (Mts).	(F) AREA DE LA SECCION (M2).	(F). AREA PROMEDIO ENTRE SECCIONES (M2).	(G). DISTANCIA ENTRE SECCIONES (Mts)	(H). VOLUMEN ENTRE SECCIONES (M3).
K0+210	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	10.00	7.50
K0+220	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	10.00	7.50
K0+230	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	7.05	5.29
K0+237	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	2.95	2.21
K0+240	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	10.00	7.50
K0+250	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	10.00	7.50
K0+260	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	10.00	7.50
K0+270	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	10.00	7.50
K0+280	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	10.00	7.50
K0+290	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	10.00	7.50
K0+300	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	6.26	4.70
K0+306	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	3.74	2.80
K0+310	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	10.00	7.50
K0+320	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	6.61	4.96
K0+327	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	3.39	2.54
K0+330	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	10.00	7.50
K0+340	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	10.00	7.50
K0+350	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	4.07	3.05
K0+354.071	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	5.93	4.45
K0+360	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	10.00	7.50
K0+370	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.784	9.53	7.47
K0+379.530	5.45	0.15	0.15	0.15	0.15	0.818			
							0.818	0.47	0.38
K0+380	5.45	0.15	0.15	0.15	0.15	0.818			
							0.818	10.00	8.18
K0+390	5.45	0.15	0.15	0.15	0.15	0.818			
							0.818	10.00	8.18
K0+400	5.45	0.15	0.15	0.15	0.15	0.818			
							0.818	3.36	2.75

CANTIDADES DE OBRA									
TIPO DE OBRA:		PLACA HUELLA TRAMO K0+000 - K0+554.781							
ITEM	CONFORMACION DE LA SUBBASE Espesor = 0.15 m						UNIDAD	M3	
ABSCISA (PR)	(A). ANCHO EXCVACION (Mts)	(B). ALTURA IZQUIERDA (Mts)	(C).ALTURA EJE (Mts)	(D). ALTURA DERECHA (Mts)	(E). ALTURA PROMEDIO EXCAVACION (Mts).	(F) AREA DE LA SECCION (M2).	(F). AREA PROMEDIO ENTRE SECCIONES (M2).	(G). DISTANCIA ENTRE SECCIONES (Mts)	(H). VOLUMEN ENTRE SECCIONES (M3).
K0+403.360	5.45	0.15	0.15	0.15	0.15	0.818			
							0.784	3.97	3.11
K0+407.330	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	0.00	0.00
K0+413.676	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	6.32	4.74
K0+420	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.784	1.68	1.31
K0+421.676	5.45	0.15	0.15	0.15	0.15	0.818			
							0.818	8.32	6.80
K0+430	5.45	0.15	0.15	0.15	0.15	0.818			
							0.818	10.00	8.18
K0+440	5.45	0.15	0.15	0.15	0.15	0.818			
							0.818	6.09	4.98
K0+446.086	5.45	0.15	0.15	0.15	0.15	0.818			
							0.784	3.91	3.07
K0+450	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	10.00	7.50
K0+460	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	10.00	7.50
K0+470	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	0.78	0.58
K0+471	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	9.22	6.92
K0+480	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	10.00	7.50
K0+490	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	10.00	7.50
K0+500	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	10.00	7.50
K0+510	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	10.00	7.50
K0+520	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	6.82	5.11
K0+527	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.750	3.18	2.39
K0+530	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
							0.784	4.63	3.63
K0+534.628	5.45	0.15	0.15	0.15	0.15	0.818			
							0.818	5.37	4.39
K0+540	5.45	0.15	0.15	0.15	0.15	0.818			
							0.818	10.00	8.18
K0+550	5.45	0.15	0.15	0.15	0.15	0.818			
							0.818	0.08	0.06
K0+550.075	5.45	0.15	0.15	0.15	0.15	0.818			
							0.784	4.71	3.69
K0+554.781	5.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.750			
								548.44	416.58
								Mts	M ³

CANTIDADES DE OBRA	
TIPO DE OBRA:	PLACA HUELLA TRAMO K0+000 - K0+554.781

ITEM	CONFORMACION DE PLACA DE PIEDRA PEGADA Espesor = 0.15 m		CANTIDAD	131.83	UNIDAD	M3
	CONFORMACION DE PLACA EN CONCRETO (f' c = 210 kg /cm2) Espesor = 0.15 m			319.36		

DESCRIPCION	ABSCISA (PR)	(A). ANCHO VIA (Mts)	(B). PLACA CONCRETO (Mts)	(C). PLACA PIEDRA PEGADA (Mts)	(D). ALTURA PROMEDIO (Mts)	(E) AREA DE LA SECCION CONCRETO (M2).	(F) AREA PROMEDIO SECCIONES CONCRETO (M2).	(G) AREA DE LA SECCION PIEDRA PEGADA (M2).	(H) AREA PROMEDIO SECCIONES PIEDRA PEGADA (M2).	(I). DISTANCIA ENTRE SECCIONES (Mts)	(J). VOLUMEN CONCRETO ENTRE SECCIONES (M3).	(K). VOLUMEN PIEDRA PEGADA ENTRE SECCIONES (M3).
SECCION TRAMO SIN SOBREALANCHO	K0+000	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27				
							0.27		0.27	10.00	2.70	2.70
	K0+010	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27				
							0.27		0.27	10.00	2.70	2.70
	K0+020	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27				
							0.27		0.27	10.00	2.70	2.70
	K0+030	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27				
							0.27		0.27	10.00	2.70	2.70
	K0+040	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27				
							0.27		0.27	10.00	2.70	2.70
	K0+050	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27				
							0.27		0.27	10.00	2.70	2.70
	K0+060	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27				
							0.27		0.27	10.00	2.70	2.70
	K0+070	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27				
							0.27		0.27	10.00	2.70	2.70
	K0+080	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27				
							0.27		0.27	10.00	2.70	2.70
	K0+090	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27				
							0.27		0.27	10.00	2.70	2.70
	K0+100	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27				
						0.27		0.27	10.00	2.70	2.70	
K0+110	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27					
						0.27		0.27	10.00	2.70	2.70	
K0+120	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27					
						0.27		0.27	10.00	2.70	2.70	
K0+130	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27					
						0.27		0.27	10.00	2.70	2.70	
K0+140	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27					
						0.27		0.27	10.00	2.70	2.70	
K0+150	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27					
						0.27		0.27	10.00	2.70	2.70	
K0+160	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27					
						0.27		0.27	6.50	1.76	1.76	
K0+167	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27					
						0.27		0.27	3.50	0.94	0.94	
K0+170	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27					
						0.27		0.27	10.00	2.70	2.70	
K0+180	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27					
						0.27		0.27	10.00	2.70	2.70	
K0+190	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27					
						0.27		0.27	6.55	1.77	1.77	
K0+197	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27					
						0.27		0.27	3.45	0.93	0.93	
K0+200	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27					
						0.27		0.27	10.00	2.70	2.70	

CANTIDADES DE OBRA	
TIPO DE OBRA:	PLACA HUELLA TRAMO K0+000 - K0+554.781

ITEM	CONFORMACION DE PLACA DE PIEDRA PEGADA Espesor = 0.15 m		CANTIDAD	0.00	UNIDAD	M3
	CONFORMACION DE PLACA EN CONCRETO (f' c = 210 kg /cm2) Espesor = 0.15 m			1.10		

DESCRIPCION	ABSCISA (PR)	(A). ANCHO VIA (Mts)	(B). PLACA CONCRETO (Mts)	(C). PLACA PIEDRA PEGADA (Mts)	(D). ALTURA PROMEDIO (Mts).	(E) AREA DE LA SECCION CONCRETO (M2).	(F) AREA PROMEDIO SECCIONES CONCRETO (M2).	(G) AREA DE LA SECCION PIEDRA PEGADA (M2).	(H) AREA PROMEDIO SECCIONES PIEDRA PEGADA (M2).	(I). DISTANCIA ENTRE SECCIONES (Mts)	(J). VOLUMEN CONCRETO ENTRE SECCIONES (M3).	(K). VOLUMEN PIEDRA PEGADA ENTRE SECCIONES (M3).
SECCION TRAMO SIN SOBREAÑO	K0+210	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27				
							0.27		0.27	10.00	2.70	2.70
	K0+220	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27				
							0.27		0.27	10.00	2.70	2.70
	K0+230	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27				
							0.27		0.27	7.05	1.90	1.90
	K0+237	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27				
							0.27		0.27	2.95	0.80	0.80
	K0+240	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27				
							0.27		0.27	10.00	2.70	2.70
	K0+250	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27				
							0.27		0.27	10.00	2.70	2.70
	K0+260	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27				
							0.27		0.27	10.00	2.70	2.70
	K0+270	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27				
							0.27		0.27	10.00	2.70	2.70
	K0+280	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27				
							0.27		0.27	10.00	2.70	2.70
	K0+290	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27				
							0.27		0.27	10.00	2.70	2.70
	K0+300	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27				
							0.27		0.27	6.26	1.69	1.69
	K0+306	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27				
							0.27		0.27	3.74	1.01	1.01
	K0+310	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27				
							0.27		0.27	10.00	2.70	2.70
	K0+320	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27				
							0.27		0.27	6.61	1.78	1.78
	K0+327	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27				
							0.27		0.27	3.39	0.92	0.92
K0+330	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27					
						0.27		0.27	10.00	2.70	2.70	
K0+340	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27					
						0.27		0.27	10.00	2.70	2.70	
K0+350	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27					
						0.27		0.27	4.07	1.10	1.10	
K0+354.071	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27					
						0.27		0.27	5.93	1.60	1.60	
K0+360	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27					
						0.27		0.27	10.00	2.70	2.70	
K0+370	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.27					
						0.41		0.169	9.53	3.86	1.61	

TIPO DE OBRA:		CANTIDADES DE OBRA											
		PLACA HUELLA TRAMO K0+000 - K0+554.781											
ITEM	CONFORMACION DE PLACA DE PIEDRA PEGADA Espesor = 0.15 m										CANTIDAD	UNIDAD	M3
	CONFORMACION DE PLACA EN CONCRETO (f'c = 210 kg/cm2.) Espesor = 0.15 m												
DESCRIPCION	ABSCISA (PR)	(A). ANCHO VIA (Mts)	(B). PLACA CONCRETO (Mts)	(C). PLACA PIEDRA PEGADA (Mts)	(D). ALTURA PROMEDIO (Mts)	(E) AREA DE LA SECCION CONCRETO (M2).	(F) AREA PROMEDIO SECCIONES CONCRETO (M2).	(G) AREA DE LA SECCION PIEDRA PEGADA (M2).	(H) AREA PROMEDIO SECCIONES PIEDRA PEGADA (M2).	(I). DISTANCIA ENTRE SECCIONES (Mts)	(J). VOLUMEN CONCRETO ENTRE SECCIONES (M3).	(K). VOLUMEN PIEDRA PEGADA ENTRE SECCIONES (M3).	
SECCION CURVA TIPO 6	K0+379.530	4.05	3.60	0.45	0.15	0.54		0.068					
							0.54		0.068	0.47	0.25	0.03	
	K0+380	4.05	3.60	0.45	0.15	0.54		0.068					
							0.54		0.068	10.00	5.40	0.68	
	K0+390	4.05	3.60	0.45	0.15	0.54		0.068					
							0.54		0.068	10.00	5.40	0.68	
	K0+400	4.05	3.60	0.45	0.15	0.54		0.068					
							0.54		0.068				
	K0+403.360	4.05	3.60	0.45	0.15	0.54		0.068		3.36	1.81	0.23	
SECCION TRAMO SIN SOBREAÑO							0.41		0.169	3.97	1.61	0.67	
		K0+407.330	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.270				
							0.00		0.000	PUENTE	0.00	0.00	
		K0+413.676	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.270				
							0.27		0.270	6.32	1.71	1.71	
	K0+420	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.270					
							0.41		0.169	1.68	0.68	0.28	
SECCION CURVA TIPO 6							0.54		0.068				
		K0+421.676	4.05	3.60	0.45	0.15	0.54		0.068				
							0.54		0.068	8.32	4.49	0.56	
		K0+430	4.05	3.60	0.45	0.15	0.54		0.068				
							0.54		0.068	10.00	5.40	0.68	
		K0+440	4.05	3.60	0.45	0.15	0.54		0.068				
							0.54		0.068	6.09	3.29	0.41	
	K0+446.086	4.05	3.60	0.45	0.15	0.54		0.068					
							0.41		0.169	3.91	1.59	0.66	
SECCION TRAMO SIN SOBREAÑO							0.27		0.270				
		K0+450	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.270				
							0.27		0.270	10.00	2.70	2.70	
		K0+460	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.270				
							0.27		0.270	10.00	2.70	2.70	
		K0+470	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.270				
							0.27		0.270	0.78	0.21	0.21	
		K0+471	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.270				
							0.27		0.270	9.22	2.49	2.49	
		K0+480	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.270				
							0.27		0.270	10.00	2.70	2.70	
		K0+490	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.270				
							0.27		0.270	10.00	2.70	2.70	
		K0+500	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.270				
							0.27		0.270	10.00	2.70	2.70	
		K0+510	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.270				
							0.27		0.270	10.00	2.70	2.70	
		K0+520	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.270				
						0.27		0.270	6.82	1.84	1.84		
	K0+527	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.270					
						0.27		0.270	3.18	0.86	0.86		
	K0+530	3.60	1.80	1.80	0.15	0.27		0.270					
						0.41		0.169	4.63	1.87	0.78		
SECCION CURVA TIPO 6							0.54		0.068				
		K0+534.628	4.05	3.60	0.45	0.15	0.54		0.068				
							0.54		0.068	5.37	2.90	0.36	
		K0+540	4.05	3.60	0.45	0.15	0.54		0.068				
							0.54		0.068	10.00	5.40	0.68	
		K0+550	4.05	3.60	0.45	0.15	0.54		0.068				
							0.54		0.068	0.08	0.04	0.01	
	K0+550.075	4.05	3.60	0.45	0.15	0.54		0.068					
							0.54		0.068	4.71	2.54	0.32	
	K0+554.781	4.05	3.60	0.45	0.15	0.54		0.068					
TOTAL											549.54	169.75	131.83
											Mts	CONCRETO (M ³)	PIEDRA PEGADA (M ³)

ITEM	CONFORMACION DE LA CUNETA EN CONCRETO (f'c = 210 kg /cm2.) Espesor = 0.15 m					UNIDAD	M3	
DESCRIPCION	ABSCISA (PR)	(A). ANCHO VIA (Mts)	(B). CUNETAS CONCRETO (Mts)	(C). ALTURA PROMEDIO (Mts).	(D) AREA DE LA SECCION CONCRETO (M2).	(E) AREA PROMEDIO SECCIONES CONCRETO (M2).	(F). DISTANCIA ENTRE SECCIONES (Mts)	(G). VOLUMEN CONCRETO ENTRE SECCIONES (M3).
SECCION TRAMO SIN SOBREALANCHO	K0+000	3.60	1.10	0.15	0.17			
						0.17	10.00	1.65
	K0+010	3.60	1.10	0.15	0.17			
						0.17	10.00	1.65
	K0+020	3.60	1.10	0.15	0.17			
						0.17	10.00	1.65
	K0+030	3.60	1.10	0.15	0.17			
						0.17	10.00	1.65
	K0+040	3.60	1.10	0.15	0.17			
						0.17	10.00	1.65
	K0+050	3.60	1.10	0.15	0.17			
						0.17	10.00	1.65
	K0+060	3.60	1.10	0.15	0.17			
						0.17	10.00	1.65
	K0+070	3.60	1.10	0.15	0.17			
						0.17	10.00	1.65
	K0+080	3.60	1.10	0.15	0.17			
						0.17	10.00	1.65
	K0+090	3.60	1.10	0.15	0.17			
						0.17	10.00	1.65
	K0+100	3.60	1.10	0.15	0.17			
						0.17	10.00	1.65
	K0+110	3.60	1.10	0.15	0.17			
						0.17	10.00	1.65
	K0+120	3.60	1.10	0.15	0.17			
						0.17	10.00	1.65
	K0+130	3.60	1.10	0.15	0.17			
					0.17	10.00	1.65	
K0+140	3.60	1.10	0.15	0.17				
					0.17	10.00	1.65	
K0+150	3.60	1.10	0.15	0.17				
					0.17	10.00	1.65	
K0+160	3.60	1.10	0.15	0.17				
					0.17	6.50	1.07	
K0+167	3.60	1.10	0.15	0.17				
					0.17	3.50	0.58	
K0+170	3.60	1.10	0.15	0.17				
					0.17	10.00	1.65	
K0+180	3.60	1.10	0.15	0.17				
					0.17	10.00	1.65	
K0+190	3.60	1.10	0.15	0.17				
					0.17	6.55	1.08	
K0+197	3.60	1.10	0.15	0.17				
					0.17	3.45	0.57	
K0+200	3.60	1.10	0.15	0.17				
					0.17	10.00	1.65	

ITEM	CONFORMACION DE LA CUNETA EN CONCRETO (f'c = 210 kg/cm2.) Espesor = 0.15 m						UNIDAD	M3
DESCRIPCION	ABSCISA (PR)	(A). ANCHO VIA (Mts)	(B). CUNETA CONCRETO (Mts)	(C). ALTURA PROMEDIO (Mts).	(D) AREA DE LA SECCION CONCRETO (M2).	(E) AREA PROMEDIO SECCIONES CONCRETO (M2).	(F). DISTANCIA ENTRE SECCIONES (Mts)	(G). VOLUMEN CONCRETO ENTRE SECCIONES (M3).
SECCION TRAMO SIN SOBREAÑOCHO	K0+210	3.60	1.10	0.15	0.17			
						0.17	10.00	1.65
	K0+220	3.60	1.10	0.15	0.17			
						0.17	10.00	1.65
	K0+230	3.60	1.10	0.15	0.17			
						0.17	7.05	1.16
	K0+237	3.60	1.10	0.15	0.17			
						0.17	2.95	0.49
	K0+240	3.60	1.10	0.15	0.17			
						0.17	10.00	1.65
	K0+250	3.60	1.10	0.15	0.17			
						0.17	10.00	1.65
	K0+260	3.60	1.10	0.15	0.17			
						0.17	10.00	1.65
	K0+270	3.60	1.10	0.15	0.17			
						0.17	10.00	1.65
	K0+280	3.60	1.10	0.15	0.17			
						0.17	10.00	1.65
	K0+290	3.60	1.10	0.15	0.17			
						0.17	10.00	1.65
	K0+300	3.60	1.10	0.15	0.17			
						0.17	6.26	1.03
	K0+306	3.60	1.10	0.15	0.17			
						0.17	3.74	0.62
	K0+310	3.60	1.10	0.15	0.17			
						0.17	10.00	1.65
	K0+320	3.60	1.10	0.15	0.17			
						0.17	6.61	1.09
	K0+327	3.60	1.10	0.15	0.17			
						0.17	3.39	0.56
K0+330	3.60	1.10	0.15	0.17				
					0.17	10.00	1.65	
K0+340	3.60	1.10	0.15	0.17				
					0.17	10.00	1.65	
K0+350	3.60	1.10	0.15	0.17				
					0.17	4.07	0.67	
K0+354.071	3.60	1.10	0.15	0.17				
					0.17	5.93	0.98	
K0+360	3.60	1.10	0.15	0.17				
					0.17	10.00	1.65	
K0+370	3.60	1.10	0.15	0.17				
					0.16	9.53	1.50	

ITEM	CONFORMACION DE LA CUNETETA EN CONCRETO (f'c = 210 kg/cm2) Espesor = 0.15 m						UNIDAD	M3
DESCRIPCION	ABSCISA (PR)	(A). ANCHO VIA (Mts)	(B). CUNETETA CONCRETO (Mts)	(C). ALTURA PROMEDIO (Mts).	(D) AREA DE LA SECCION CONCRETO (M2).	(E) AREA PROMEDIO SECCIONES CONCRETO (M2).	(F). DISTANCIA ENTRE SECCIONES (Mts)	(G). VOLUMEN CONCRETO ENTRE SECCIONES (M3).
SECCION CURVA TIPO 6	K0+379.530	4.05	1.00	0.15	0.15	0.15	0.47	0.07
	K0+380	4.05	1.00	0.15	0.15	0.15	10.00	1.50
	K0+390	4.05	1.00	0.15	0.15	0.15	10.00	1.50
	K0+400	4.05	1.00	0.15	0.15	0.15	3.36	0.50
	K0+403.360	4.05	1.00	0.15	0.15	0.16	3.97	0.63
	K0+407.330	3.60	1.10	0.15	0.17	0.00	0.00	0.00
SECCION TRAMO SIN SOBREAÑO	K0+413.676	3.60	1.10	0.15	0.17	0.17	6.32	1.04
	K0+420	3.60	1.10	0.15	0.17	0.16	1.68	0.26
	K0+421.676	4.05	1.00	0.15	0.15	0.15	8.32	1.25
SECCION CURVA TIPO 6	K0+430	4.05	1.00	0.15	0.15	0.15	10.00	1.50
	K0+440	4.05	1.00	0.15	0.15	0.15	6.09	0.91
	K0+446.086	4.05	1.00	0.15	0.15	0.16	3.91	0.62
	K0+450	3.60	1.10	0.15	0.17	0.17	10.00	1.65
	K0+460	3.60	1.10	0.15	0.17	0.17	10.00	1.65
SECCION TRAMO SIN SOBREAÑO	K0+470	3.60	1.10	0.15	0.17	0.17	0.78	0.13
	K0+471	3.60	1.10	0.15	0.17	0.17	9.22	1.52
	K0+480	3.60	1.10	0.15	0.17	0.17	10.00	1.65
	K0+490	3.60	1.10	0.15	0.17	0.17	10.00	1.65
	K0+500	3.60	1.10	0.15	0.17	0.17	10.00	1.65
	K0+510	3.60	1.10	0.15	0.17	0.17	10.00	1.65
	K0+520	3.60	1.10	0.15	0.17	0.17	6.82	1.12
	K0+527	3.60	1.10	0.15	0.17	0.17	3.18	0.53
	K0+530	3.60	1.10	0.15	0.17	0.16	4.63	0.73
	K0+534.628	4.05	1.00	0.15	0.15	0.15	5.37	0.81
	K0+540	4.05	1.00	0.15	0.15	0.15	10.00	1.50
	K0+550	4.05	1.00	0.15	0.15	0.15	0.08	0.01
	K0+550.075	4.05	1.00	0.15	0.15	0.15	4.71	0.71
	K0+554.781	4.05	1.00	0.15	0.15			
TOTAL							548.44	89.29
							Mts	CONCRETO (M*3)

ITEM	CONFORMACION DEL BORDILLO EN CONCRETO (f'c = 210 kg/cm2.) H = 0.55					UNIDAD	M3	
DESCRIPCION	ABSCISA (PR)	(A). ANCHO VIA (Mts)	(B). BASE DEL BORDILLO (Mts)	(C). ALTURA PROMEDIO (Mts).	(D) AREA DE LA SECCION CONCRETO (M2).	(E) AREA PROMEDIO SECCIONES CONCRETO (M2).	(F). DISTANCIA ENTRE SECCIONES (Mts)	(G). VOLUMEN CONCRETO ENTRE SECCIONES (M3).
	K0+000	3.60	0.20	0.55	0.11	0.11	10.00	1.10
	K0+010	3.60	0.20	0.55	0.11	0.11	10.00	1.10
	K0+020	3.60	0.20	0.55	0.11	0.11	10.00	1.10
	K0+030	3.60	0.20	0.55	0.11	0.11	10.00	1.10
	K0+040	3.60	0.20	0.55	0.11	0.11	10.00	1.10
	K0+050	3.60	0.20	0.55	0.11	0.11	10.00	1.10
	K0+060	3.60	0.20	0.55	0.11	0.11	10.00	1.10
	K0+070	3.60	0.20	0.55	0.11	0.11	10.00	1.10
	K0+080	3.60	0.20	0.55	0.11	0.11	10.00	1.10
	K0+090	3.60	0.20	0.55	0.11	0.11	10.00	1.10
	K0+100	3.60	0.20	0.55	0.11	0.11	10.00	1.10
	K0+110	3.60	0.20	0.55	0.11	0.11	10.00	1.10
	K0+120	3.60	0.20	0.55	0.11	0.11	10.00	1.10
	K0+130	3.60	0.20	0.55	0.11	0.11	10.00	1.10
	K0+140	3.60	0.20	0.55	0.11	0.11	10.00	1.10
	K0+150	3.60	0.20	0.55	0.11	0.11	10.00	1.10
	K0+160	3.60	0.20	0.55	0.11	0.11	6.50	0.72
	K0+167	3.60	0.20	0.55	0.11	0.11	3.50	0.38
	K0+170	3.60	0.20	0.55	0.11	0.11	10.00	1.10
	K0+180	3.60	0.20	0.55	0.11	0.11	10.00	1.10
	K0+190	3.60	0.20	0.55	0.11	0.11	6.55	0.72
	K0+197	3.60	0.20	0.55	0.11	0.11	3.45	0.38
	K0+200	3.60	0.20	0.55	0.11	0.11	10.00	1.10

SECCION TRAMO SIN SOBREALCANCHO

ITEM	CONFORMACION DEL BORDILLO EN CONCRETO (f'c = 210 kg/cm2.) H = 0.55						UNIDAD	M3
DESCRIPCION	ABSCISA (PR)	(A). ANCHO VIA (Mts)	(B). BASE DEL BORDILLO (Mts)	(C). ALTURA PROMEDIO (Mts).	(D) AREA DE LA SECCION CONCRETO (M2).	(E) AREA PROMEDIO SECCIONES CONCRETO (M2).	(F). DISTANCIA ENTRE SECCIONES (Mts)	(G). VOLUMEN CONCRETO ENTRE SECCIONES (M3).
SECCION TRAMO SIN SOBREAÑO	K0+210	3.60	0.20	0.55	0.11			
						0.11	10.00	1.10
	K0+220	3.60	0.20	0.55	0.11			
						0.11	10.00	1.10
	K0+230	3.60	0.20	0.55	0.11			
						0.11	7.05	0.78
	K0+237	3.60	0.20	0.55	0.11			
						0.11	2.95	0.32
	K0+240	3.60	0.20	0.55	0.11			
						0.11	10.00	1.10
	K0+250	3.60	0.20	0.55	0.11			
						0.11	10.00	1.10
	K0+260	3.60	0.20	0.55	0.11			
						0.11	10.00	1.10
	K0+270	3.60	0.20	0.55	0.11			
						0.11	10.00	1.10
	K0+280	3.60	0.20	0.55	0.11			
						0.11	10.00	1.10
	K0+290	3.60	0.20	0.55	0.11			
						0.11	10.00	1.10
	K0+300	3.60	0.20	0.55	0.11			
						0.11	6.26	0.69
	K0+306	3.60	0.20	0.55	0.11			
						0.11	3.74	0.41
	K0+310	3.60	0.20	0.55	0.11			
						0.11	10.00	1.10
	K0+320	3.60	0.20	0.55	0.11			
						0.11	6.61	0.73
	K0+327	3.60	0.20	0.55	0.11			
						0.11	3.39	0.37
K0+330	3.60	0.20	0.55	0.11				
					0.11	10.00	1.10	
K0+340	3.60	0.20	0.55	0.11				
					0.11	10.00	1.10	
K0+350	3.60	0.20	0.55	0.11				
					0.11	4.07	0.45	
K0+354.071	3.60	0.20	0.55	0.11				
					0.11	5.93	0.65	
K0+360	3.60	0.20	0.55	0.11				
					0.11	10.00	1.10	
K0+370	3.60	0.20	0.55	0.11				
					0.11	9.53	1.05	

ITEM	CONFORMACION DEL BORDILLO EN CONCRETO (f'c = 210 kg/cm2.) H = 0.55						UNIDAD	M3
DESCRIPCION	ABSCISA (PR)	(A). ANCHO VIA (Mts)	(B). BASE DEL BORDILLO (Mts)	(C). ALTURA PROMEDIO (Mts).	(D) AREA DE LA SECCION CONCRETO (M2).	(E) AREA PROMEDIO SECCIONES CONCRETO (M2).	(F). DISTANCIA ENTRE SECCIONES (Mts)	(G). VOLUMEN CONCRETO ENTRE SECCIONES (M3).
SECCION CURVA TIPO 6	K0+379.530	4.05	0.20	0.55	0.11	0.11	0.47	0.05
	K0+380	4.05	0.20	0.55	0.11	0.11	10.00	1.10
	K0+390	4.05	0.20	0.55	0.11	0.11	10.00	1.10
	K0+400	4.05	0.20	0.55	0.11	0.11	3.36	0.37
	K0+403.360	4.05	0.20	0.55	0.11	0.11	3.97	0.44
	K0+407.330	3.60	0.20	0.55	0.11	0.00	0.00	0.00
SECCION TRAMO SIN SOBREAÑOCHO	K0+413.676	3.60	0.20	0.55	0.11	0.11	6.32	0.70
	K0+420	3.60	0.20	0.55	0.11	0.11	1.68	0.18
	K0+421.676	4.05	0.20	0.55	0.11	0.11	8.32	0.92
	K0+430	4.05	0.20	0.55	0.11	0.11	10.00	1.10
SECCION CURVA TIPO 6	K0+440	4.05	0.20	0.55	0.11	0.11	6.09	0.67
	K0+446.086	4.05	0.20	0.55	0.11	0.11	3.91	0.43
	K0+450	3.60	0.20	0.55	0.11	0.11	10.00	1.10
	K0+460	3.60	0.20	0.55	0.11	0.11	10.00	1.10
	K0+470	3.60	0.20	0.55	0.11	0.11	0.78	0.09
SECCION TRAMO SIN SOBREAÑOCHO	K0+471	3.60	0.20	0.55	0.11	0.11	9.22	1.01
	K0+480	3.60	0.20	0.55	0.11	0.11	10.00	1.10
	K0+490	3.60	0.20	0.55	0.11	0.11	10.00	1.10
	K0+500	3.60	0.20	0.55	0.11	0.11	10.00	1.10
	K0+510	3.60	0.20	0.55	0.11	0.11	10.00	1.10
	K0+520	3.60	0.20	0.55	0.11	0.11	6.82	0.75
	K0+527	3.60	0.20	0.55	0.11	0.11	3.18	0.35
	K0+530	3.60	0.20	0.55	0.11	0.11	4.63	0.51
	K0+534.628	4.05	0.20	0.55	0.11	0.11	5.37	0.59
	K0+540	4.05	0.20	0.55	0.11	0.11	10.00	1.10
	K0+550	4.05	0.20	0.55	0.11	0.11	0.08	0.01
	K0+550.075	4.05	0.20	0.55	0.11	0.11	4.71	0.52
	K0+554.781	4.05	0.20	0.55	0.11	0.11		
TOTAL							548.44	60.33
							Mts	CONCRETO (M³)

CUADRO DE HIERROS												
OBRA: PLACA HUELLA												
FORMAS Y MEDIDAS DE VARILLAS	LOCALIZACION	BARRA TIPO	N° DE VARILLAS	LONGITUD TOTAL POR VARILLAS	LONGITUD TOTAL POR TIPO EN METROS							
					1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1"	1 1/4"
					PESO EN KGS. POR METRO							
					0.25	0.56	1.00	1.55	2.24	3.04	3.97	6.40
ESTRIBOS RIOSTRA												
	TRAMO KH-000 - KH-554.781	NUMERO 2	6288	1.00	6287.518							
VARILLAS RIOSTRA												
	TRAMO KH-000 - KH-554.781	NUMERO 4	740	1.00				739.71				
REFUERZO LONGITUDINAL EN SECCION TIPICA												
	TRAMO KH-000 - KH-554.781	NUMERO 4	18	470.00				8460				
REFUERZO TRANSVERSAL EN SECCION CURVA TIPO 6												
	TRAMO KH-000 - KH-554.781	NUMERO 4	3	84.78				254.343				
REFUERZO TRANSVERSAL EN SECCION TIPICA												
	TRAMO KH-000 - KH-554.781	NUMERO 2	1567	2.80	4386.648							
REFUERZO LONGITUDINAL EN SECCION CURVA TIPO 6												
	TRAMO KH-000 - KH-554.781	NUMERO 2	283	4.60	1299.96							
ESTRIBOS BORDILLO												
	TRAMO KH-000 - KH-554.781	NUMERO 3	7397	0.60	4438.248							
VARILLAS BORDILLO												
	TRAMO KH-000 - KH-554.781	NUMERO 4	4	554.78				2219.124				
LONGITUD TOTAL EN METROS					11974.13	4438.25	10933.47					
PESO TOTAL POR DIAMETRO EN KGS.					2,993.53	2485.42	10933.47					
PESO TOTAL EN KGS.					16,412.42							

10. Presupuesto General

Este capítulo contiene cada uno de las actividades que se tienen en cuenta en el proceso constructivo del proyecto, por lo que se incluye los materiales, mano de obra Smmlv 2020 y equipos contenidos en los Análisis de Precios Unitarios.

Tabla 15. Presupuesto general

PRESUPUESTO PLACA HUELLA UBICADA EN EL MUNICIPIO DEL ZULIA, NORTE DE SANTANDER						
ÍTEM	CAPITULOS Y ACTIVIDADES	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	% INCIDENCIA
1	OBRAS PRELIMINARES				\$ 5,289,150.00	1.18
1.1	Localización y replanteo topografico	M2	2,775.00	\$ 1,906.00	\$ 5,289,150.00	1.18
2	CONFORMACIÓN DE VÍA				\$ 43,130,546.52	9.62
2.1	Conformación de la calzada existente	M2	2,775.00	\$ 1,102.00	\$ 3,058,050.00	0.68
2.2	Subbase Granular B ó C con un CBR mínimo del 30% y de acuerdo a especificación 320-13 de INVIAS. Incluye transporte y todo lo necesario para su correcta construcción y conformación. Su medida será tomada en sitio ya compactado.	M3	416.58	\$ 96,194.00	\$ 40,072,496.52	8.94
3	MOVIMIENTOS DE TIERRAS				\$ 71,079,704.52	15.86
3.1	Excavación manual de material heterogeneo a cualquier grado de humedad entre 0-2m y de acuerdo con la especificacion 600-13 de INVIAS.(Incluye cargue y botada)	M3	1,717.98	\$ 41,374.00	\$ 71,079,704.52	15.86
3.2	Relleno con material de la misma excavacion	M3	2.36	\$ 18,190.00	\$ 42,928.40	0.01
4	ACERO DE REFUERZO 60.000 PSI				\$ 68,275,667.20	15.23
4.1	Acero de refuerzo 60.000 psi. Incluye figuración e instalación	KG	16,412.42	\$ 4,160.00	\$ 68,275,667.20	15.23
5	CONCRETOS				\$ 239,464,542.92	53.43
5.1	Solado de limpieza de 140 Kg/cm2, e= 0.03 m	M2	198.00	\$ 11,203.00	\$ 2,218,194.00	0.49
5.2	Concreto Clase D de 210 kg/cm ² (3.000 psi)	M3	378.77	\$ 507,557.00	\$ 192,247,364.89	42.90
5.3	Concreto ciclópeo clase G espesor 0,15 m	M3	131.83	\$ 341,341.00	\$ 44,998,984.03	10.04
6	DILATACIONES				\$ 16,813,216.00	3.75
6.1	Dilataciones para sellos de juntas entre losas, incluye corte	ML	1,504.00	\$ 11,179.00	\$ 16,813,216.00	3.75
7	LIMPIEZA FINAL				\$ 4,115,325.00	0.92
7.1	Aseo general final, incluye retiro de escombros	M2	2,775.00	\$ 1,483.00	\$ 4,115,325.00	0.92
Valor Total Costo Directo Obra.					\$ 448,168,152.16	
				ADMINISTRACION	23%	\$ 103,078,675.00
				IMPREVISTO	8%	\$ 35,853,452.17
				UTILIDAD	3%	\$ 13,445,044.56
VALOR TOTAL COSTOS INDIRECTOS					\$ 152,377,171.73	
VALOR TOTAL DE LA OBRA					\$ 600,545,323.89	

11. Conclusiones

Se realizó el levantamiento topográfico con estación total, se descargaron los puntos y se importaron al AutoCAD para dibujar los detalles, obteniendo así el plano topográfico, el perfil longitudinal y secciones transversales.

Se estudió la subrasante con la extracción de muestras para realizar ensayos que caracterizan el suelo como un suelo granular y obtener el comportamiento del suelo mediante el método de CBR in situ que dio un valor de 6.8%, el cual es un buen suelo de fundación.

Se diseñó la estructura de pavimento que consta de la placa huella con espesor de 15 cms, subbase granular 15 cms y riostras cada 2.8 metros de espesor 30 cms, de manera que se cumplió con los parámetros de la guía de diseño de pavimentos con Placa-huella.

Se calculó el caudal de agua lluvia para revisar las obras de drenaje que fueran necesarias, así que, se determinó que el bordillo-cuneta se diseñaran como lo indica la guía de diseño de pavimentos con Placa-huella, ya que tienen la capacidad de drenaje.

Se determinó las cantidades de movimiento de tierras arrojando un corte de 1717.98 m³ y un terraplén de 2.36 m³.

Se estimó un presupuesto por un valor de \$600.545.324, teniendo en cuenta los precios actuales del año 2020 para la construcción de la placa huella, el cual, incluye la mano de obra y los equipos a utilizar.

Referencias Bibliográficas

Bravo, E. (2020). *Diseño de Carreteras*. Popayán: Cámara Colombiana de la Infraestructura.

Cardenas, J. (s,f). *Diseño Geométrico de Vías*. Universidad del valle. Santiago de Cali: ECOE.

Castro, L. & Sabogal, D. (2018). *Pre-diseño estructural de placa huella y obras de arte para la vía terciaria entre fómeque y la vereda lavadero*. Universidad Santo Tomás. Cúcuta, Colombia.

Evaluación Clínica Objetiva y Estructurada. (s,f). *Diseño y construcción de drenajes en carreteras*. Bogotá: ECOE.

Garcia, S. (2002). *Manual de Prácticas para el Diseño Geométrico de una Carretera*. Medellín: UNALMED.

Instituto Nacional de Vías. (2008). *Manual de Diseño Geométrico de Carreteras*. Bogotá: INVIAS.

Instituto Nacional de Vías. (2008). *Manual de drenajes para carreteras*. Bogotá: INVIAS.

Instituto Nacional de Vías. (2015). *Guía de diseño para pavimentos en placa huellas*. Bogotá: INVIAS.

Pavimyvias77. (2020). *Infraestructura Vial y Pavimentos*. Recuperado de:

<http://pavimyvias77.blogspot.com.co/>

Pérez, M. & Roperó, A. (2013). “Análisis comparativo de alternativas para el mejoramiento y mantenimiento de la vía terciaria puerto Villamizar a intersección con la ruta 55 pr 50 + 00

en el municipio de san José de Cúcuta”. Tesis de grado. Universidad Francisco de Paula Santander. Cúcuta, Colombia.

Protransporte. (2020). Pagina principal. Recuperado de: <http://www.protransporte.gob.pe>

ANEXOS

Anexo 1. Cartera de elementos de curva 1

CARTERA DE ELEMENTOS DE LA CURVA 1				
				CUADRO 1 DE 1
ITEM	ELEMENTO	SIMBOLO	FORMULA	VALOR
1	Radio de Curvatura	R	$(c/2)/\text{sen}(G/2)$	320.2058
2	Angulo de deflexion de tangentes	Δ	azim ent - azim sal	1°47'22"
3	Grado de Curvatura	G	$2 \arcsen(c/2 \cdot R)$	1°47'22"
4	Tangente	T	$R \cdot \tan(\Delta/2)$	5.0007
5	Cuerda Principal	C(CL)	$2 \cdot R \cdot \text{sen}(\Delta/2)$	10.0002
6	Secante Externa	E	$R \cdot ((\sec \Delta/2) - 1)$	0.0390
7	Flecha	F	$R (1 - \cos \Delta/2)$	0.0390
8	Longitud de Arco Circular	L	$(\Delta/G)C$	10.0002
9	Angulo de deflexion	\emptyset	$G/2$	0°53'41"
10	Angulo Deflexion Anexa al Pc	\emptyset_{PC}	$(3.6 \times 0.89)/10$	0°19'19"
11	Angulo de Deflexion Anexa al PT	\emptyset_{PT}	$(6.4 \times 0.89)/10$	0°34'22"
12	Abscisa del PC	PC	Abs. PI - T	K0+096.403
13	Abscisa del PT	PT	Abs. PC + L	K0+106.403

Anexo 2. Cartera de localización de la curva 1

CARTERA DE LOCALIZACION DE LA CURVA 1														
												CUADRO 1 DE 1		
PUNTO	ABSCISA	DEFLEXION PARCIAL ϕ	DEFLEXION TOTAL	R.C		ANGULO CENTRAL θ	X	Y	L.C.P	RUMBO CALCULADO	COORDENADAS			
											N-S	E-W		
PT	K0+106.403	0°34'22"	0°53'41"	N	12°16'43"	E	1°47'22"	10.00	0.16	10.00	N 11°23'03"	E	1392967.182	1165291.251
1	K0+100.000	0°19'19"	0°19'19"				0°38'37"	3.60	0.02	3.60	N 10°48'41"	E	1392960.912	1165289.952
PC	K0+096.403	0°00'00"	0°00'00"	N	10°29'22"	E	0°00'00"	0.00	0.00	0.00	N 10°29'22"	E	1392957.379	1165289.277

Anexo 3. Cartera de elementos de curva 2

CARTERA DE ELEMENTOS DE LA CURVA 2				
				CUADRO 1 DE 1
ITEM	ELEMENTO	SIMBOLO	FORMULA	VALOR
1	Radio de Curvatura	R	$(c/2)/\text{sen}(G/2)$	151
2	Angulo de deflexion de tangentes	Δ	azim ent - azim sal	11°24'02"
3	Grado de Curvatura	G	$2 \arcsen(c/2 * R)$	3°47'42"
4	Tangente	T	$R * \tan(\Delta/2)$	15.0725
5	Cuerda Principal	C(CL)	$2 * R \text{ sen } (\Delta/2)$	29.9960
6	Secante Externa	E	$R * ((\text{sec } \Delta/2) - 1)$	0.7504
7	Flecha	F	$R (1 - \cos \Delta/2)$	0.7467
8	Longitud de Arco Circular	L	$(\Delta/G)C$	30.0401
9	Angulo de deflexion	\emptyset	$G/2$	1°53'51"
10	Angulo Deflexion Anexa al Pc	\emptyset_{PC}	$(3.5 \times 1.9)/10$	0°39'50"
11	Angulo de Deflexion Anexa al PT	\emptyset_{PT}	$(6.54 \times 1.9)/10$	1°14'28"
12	Abscisa del PC	PC	Abs. PI - T	K0+166.501
13	Abscisa del PT	PT	Abs. PC + L	K0+196.541

Anexo 4. Cartera de localización de la curva 2

CARTERA DE LOCALIZACION DE LA CURVA 2														
CUADRO 1 DE 1														
PUNTO	ABSCISA	DEFLEXION PARCIAL Ø	DEFLEXION TOTAL	R.C		ANGULO CENTRAL Ø	X	Y	L.C.P	RUMBO CALCULADO	COORDENADAS			
											N-S	E-W		
PT	K0+196.541	1°14'28"	5°42'01"	N	23°40'45"	E	11°24'02"	29.85	2.98	30.00	N 17°58'44"	E	1393054.437	1165313.290
3	K0+190.000	1°53'51"	4°27'33"				8°55'05"	23.41	1.83	23.48	N 16°44'16"	E	1393048.391	1165310.793
2	K0+180.000	1°53'51"	2°33'41"				5°07'23"	13.48	0.60	13.50	N 14°50'24"	E	1393038.953	1165307.488
1	K0+170.000	0°39'50"	0°39'50"				1°19'40"	3.50	0.04	3.50	N 12°56'33"	E	1393029.317	1165304.815
PC	K0+166.501	0°00'00"	0°00'00"	N	12°16'43"	E	0°00'00"	0.00	0.00	0.00	N 12°16'43"	E	1393025.906	1165304.031

Anexo 5. Cartera de elementos de curva 3

CARTERA DE ELEMENTOS DE LA CURVA 3				
				CUADRO 1 DE 1
ITEM	ELEMENTO	SIMBOLO	FORMULA	VALOR
1	Radio de Curvatura	R	$(c/2)/\text{sen}(G/2)$	140
2	Angulo de deflexion de tangentes	Δ	azim ent - azim sal	28°19'30"
3	Grado de Curvatura	G	$2 \arcsen(c/2 \cdot R)$	4°05'36"
4	Tangente	T	$R \cdot \tan(\Delta/2)$	35.3280
5	Cuerda Principal	C(CL)	$2 \cdot R \cdot \text{sen}(\Delta/2)$	68.5084
6	Secante Externa	E	$R \cdot ((\sec \Delta/2) - 1)$	4.3886
7	Flecha	F	$R (1 - \cos \Delta/2)$	4.2552
8	Longitud de Arco Circular	L	$(\Delta/G)C$	69.1963
9	Angulo de deflexion	\emptyset	$G/2$	2°02'48"
10	Angulo Deflexion Anexa al Pc	\emptyset_{PC}	$(2.95 \times 2.05)/10$	0°36'14"
11	Angulo de Deflexion Anexa al PT	\emptyset_{PT}	$(6.25 \times 2.05)/10$	1°16'42"
12	Abscisa del PC	PC	Abs. PI - T	K0+237.050
13	Abscisa del PT	PT	Abs. PC + L	K0+306.246

Anexo 6. Cartera de localización de la curva 3

CARTERA DE LOCALIZACION DE LA CURVA 3													
CUADRO 1 DE 1													
PUNTO	ABSCISA	DEFLEXION PARCIAL ϕ	DEFLEXION TOTAL	R.C		ANGULO CENTRAL θ	X	Y	L.C.P	RUMBO CALCULADO	COORDENADAS		
											N-S	E-W	
PT	KO+306.246	1°16'42"	14°09'45"	N	52°00'14" E	28°19'30"	66.43	16.76	68.51	N 37°50'30"	E	1393145.632	1165371.586
7	KO+300.000	2°02'48"	12°53'03"			25°46'05"	60.86	13.92	62.43	N 36°33'48"	E	1393141.677	1165366.750
6	KO+290.000	2°02'48"	10°50'14"			21°40'29"	51.71	9.90	52.65	N 34°30'59"	E	1393134.908	1165359.389
5	KO+280.000	2°02'48"	8°47'26"			17°34'53"	42.29	6.54	42.79	N 32°28'11"	E	1393127.632	1165352.529
4	KO+270.000	2°02'48"	6°44'38"			13°29'16"	32.65	3.86	32.88	N 30°25'23"	E	1393119.884	1165346.207
3	KO+260.000	2°02'48"	4°41'50"			9°23'40"	22.85	1.88	22.93	N 28°22'35"	E	1393111.704	1165340.454
2	KO+250.000	2°02'48"	2°39'02"			5°18'04"	12.93	0.60	12.95	N 26°19'47"	E	1393103.135	1165335.300
1	KO+240.000	0°36'14"	0°36'14"			1°12'27"	2.95	0.03	2.95	N 24°16'59"	E	1393094.220	1165330.770
PC	KO+237.050	0°00'00"	0°00'00"	N	23°40'45" E	0°00'00"	0.00	0.00	0.00	N 23°40'45"	E	1393091.530	1165329.557

Anexo 7. Cartera de elementos de curva 4

CARTERA DE ELEMENTOS DE LA CURVA 4				
				CUADRO 1 DE 1
ITEM	ELEMENTO	SIMBOLO	FORMULA	VALOR
1	Radio de Curvatura	R	$(c/2)/\text{sen}(G/2)$	81
2	Angulo de deflexion de tangentes	Δ	azim ent - azim sal	19°25'25"
3	Grado de Curvatura	G	$2 \arcsen(c/2 * R)$	7°04'41"
4	Tangente	T	$R * \tan(\Delta/2)$	13.8628
5	Cuerda Principal	C(CL)	$2 * R \text{ sen } (\Delta/2)$	27.3282
6	Secante Externa	E	$R * ((\sec \Delta/2) - 1)$	1.1777
7	Flecha	F	$R (1 - \cos \Delta/2)$	1.1608
8	Longitud de Arco Circular	L	$(\Delta/G)C$	27.4420
9	Angulo de deflexion	\emptyset	G/2	3°32'20"
10	Angulo Deflexion Anexa al Pc	\emptyset_{PC}	$(3.39 \times 3.54)/10$	1°11'58"
11	Angulo de Deflexion Anexa al PT	\emptyset_{PT}	$(4.05 \times 3.54)/10$	1°26'04"
12	Abscisa del PC	PC	Abs. PI - T	K0+326.611
13	Abscisa del PT	PT	Abs. PC + L	K0+354.053

Anexo 8. Cartera de localización de la curva 4

CARTERA DE LOCALIZACION DE LA CURVA 4															
													CUADRO 1 DE 1		
PUNTO	ABSCISA	DEFLEXION PARCIAL ϕ	DEFLEXION TOTAL	R.C		ANGULO CENTRAL θ	X	Y	L.C.P	RUMBO CALCULADO	COORDENADAS				
				N	E						N-S	E-W			
PT	K0+354.053	1°26'04"	9°42'42"	N	32°34'49"	E	19°25'25"	26.94	4.61	27.33	N	42°17'32"	E	1393178.375	1165406.011
3	K0+350.000	3°32'20"	8°16'39"				16°33'17"	23.08	3.36	23.32	N	43°43'35"	E	1393175.014	1165403.743
2	K0+340.000	3°32'20"	4°44'18"				9°28'36"	13.34	1.11	13.38	N	47°15'56"	E	1393167.241	1165397.451
1	K0+330.000	1°11'58"	1°11'58"				2°23'56"	3.39	0.07	3.39	N	50°48'16"	E	1393160.303	1165390.250
PC	K0+326.611	0°00'00"	0°00'00"	N	52°00'14"	E	0°00'00"	0.00	0.00	0.00	N	52°00'14"	E	1393158.160	1165387.622

Anexo 9. Cartera de elementos de curva 5

CARTERA DE ELEMENTOS DE LA CURVA 5				
				CUADRO 1 DE 1
ITEM	ELEMENTO	SIMBOLO	FORMULA	VALOR
1	Radio de Curvatura	R	$(c/2)/\text{sen}(G/2)$	26
2	Angulo de deflexion de tangentes	Δ	azim ent - azim sal	52°30'50"
3	Grado de Curvatura	G	$2 \arcsen(c/2 * R)$	11°02'08"
4	Tangente	T	$R * \tan(\Delta/2)$	12.8257
5	Cuerda Principal	C(CL)	$2 * R \text{ sen } (\Delta/2)$	23.0047
6	Secante Externa	E	$R * ((\text{sec } \Delta/2) - 1)$	2.9914
7	Flecha	F	$R (1 - \cos \Delta/2)$	2.6827
8	Longitud de Arco Circular	L	$(\Delta/G)C$	23.7932
9	Angulo de deflexion	\emptyset	$G/2$	5°31'04"
10	Angulo Deflexion Anexa al Pc	\emptyset_{PC}	$(0.47X5.52)/5$	0°31'07"
11	Angulo de Deflexion Anexa al PT	\emptyset_{PT}	$(3.32X5.52)/5$	3°40'02"
12	Abscisa del PC	PC	Abs. PI - T	K0+379.530
13	Abscisa del PT	PT	Abs. PC + L	K0+403.323

Anexo 10. Cartera de localización de la curva 5

CARTERA DE LOCALIZACION DE LA CURVA 5													
CUADRO 1 DE 1													
PUNTO	ABSCISA	DEFLEXION PARCIAL Ø	DEFLEXION TOTAL	R.C		ANGULO CENTRAL Ø	X	Y	L.C.P	RUMBO CALCULADO	COORDENADAS		
											N-S	E-W	
PT	K0+403.323	3°40'02"	26°15'25"	N	19°56'01"	W	52°30'50"	20.63	10.18	23.00	N 6°19'24"	E 1393222.693	1165422.255
5	K0+400.000	5°31'04"	22°35'23"				45°10'45"	18.44	7.67	19.97	N 9°59'26"	E 1393219.500	1165423.186
4	K0+395.000	5°31'04"	17°04'19"				34°08'37"	14.59	4.48	15.27	N 15°30'30"	E 1393214.538	1165423.803
3	K0+390.000	5°31'04"	11°33'15"				23°06'30"	10.20	2.09	10.42	N 21°01'34"	E 1393209.550	1165423.458
2	K0+385.000	5°31'04"	6°02'11"				12°04'22"	5.44	0.58	5.47	N 26°32'38"	E 1393204.720	1165422.165
1	K0+380.000	0°31'07"	0°31'07"				1°02'14"	0.47	0.00	0.47	N 32°03'42"	E 1393200.227	1165419.971
PC	K0+379.530	0°00'00"	0°00'00"	N	32°34'49"	E	0°00'00"	0.00	0.00	0.00	N 32°34'49"	E 1393199.828	1165419.721

Anexo 11. Cartera de elementos de curva 6

CARTERA DE ELEMENTOS DE LA CURVA 6				
				CUADRO 1 DE 1
ITEM	ELEMENTO	SIMBOLO	FORMULA	VALOR
1	Radio de Curvatura	R	$(c/2)/\text{sen}(G/2)$	30
2	Angulo de deflexion de tangentes	Δ	azim ent - azim sal	47°36'47"
3	Grado de Curvatura	G	$2 \text{ arcsen}(c/2 * R)$	9°33'37"
4	Tangente	T	$R * \tan(\Delta/2)$	13.2357
5	Cuerda Principal	C(CL)	$2 * R \text{ sen } (\Delta/2)$	24.2190
6	Secante Externa	E	$R * ((\text{sec } \Delta/2) - 1)$	2.7900
7	Flecha	F	$R (1 - \cos \Delta/2)$	2.5526
8	Longitud de Arco Circular	L	$(\Delta/G)C$	24.9012
9	Angulo de deflexion	\emptyset	G/2	4°46'49"
10	Angulo Deflexion Anexa al Pc	\emptyset_{PC}	$(3.84 \times 4.78)/5$	3°40'30"
11	Angulo de Deflexion Anexa al PT	\emptyset_{PT}	$(1.06 \times 4.78)/5$	1°00'39"
12	Abscisa del PC	PC	Abs. PI - T	K0+421.156
13	Abscisa del PT	PT	Abs. PC + L	K0+446.057

Anexo 12. Cartera de localización de la curva 6

CARTERA DE LOCALIZACION DE LA CURVA 6														
													CUADRO 1 DE 1	
PUNTO	ABSCISA	DEFLEXION PARCIAL ϕ	DEFLEXION TOTAL	R.C		ANGULO CENTRAL θ	X	Y	L.C.P	RUMBO CALCULADO	COORDENADAS			
											N-S	E-W		
PT	KO+446.057	1°00'39"	23°48'23"	N	27°40'46"	E	47°36'47"	22.16	9.78	24.22	N 3°52'22"	E	1393263.586	1165417.824
5	KO+445.000	4°46'49"	22°47'45"				45°35'30"	21.43	9.01	23.25	N 2°51'44"	E	1393262.640	1165417.349
4	KO+440.000	4°46'49"	18°00'56"				36°01'52"	17.65	5.74	18.56	N 1°55'05"	W	1393257.968	1165415.567
3	KO+435.000	4°46'49"	13°14'07"				26°28'15"	13.37	3.15	13.74	N 6°41'54"	W	1393253.065	1165414.586
2	KO+430.000	4°46'49"	8°27'19"				16°54'37"	8.73	1.30	8.82	N 11°28'42"	W	1393248.068	1165414.432
1	KO+425.000	3°40'30"	3°40'30"				7°21'00"	3.84	0.25	3.85	N 16°15'31"	W	1393243.114	1165415.111
PC	KO+421.156	0°00'00"	0°00'00"	N	19°56'01"	W	0°00'00"	0.00	0.00	0.00	N 19°56'01"	W	1393239.422	1165416.188

Anexo 13. Cartera de elementos de curva 7

CARTERA DE ELEMENTOS DE LA CURVA 7				
				CUADRO 1 DE 1
ITEM	ELEMENTO	SIMBOLO	FORMULA	VALOR
1	Radio de Curvatura	R	$(c/2)/\text{sen}(G/2)$	151
2	Angulo de deflexion de tangentes	Δ	azim ent - azim sal	21°15'52"
3	Grado de Curvatura	G	$2 \arcsen(c/2 * R)$	3°47'42"
4	Tangente	T	$R * \tan(\Delta/2)$	28.3468
5	Cuerda Principal	C(CL)	$2 * R \text{ sen } (\Delta/2)$	55.7202
6	Secante Externa	E	$R * ((\sec \Delta/2) - 1)$	2.6377
7	Flecha	F	$R (1 - \cos \Delta/2)$	2.5924
8	Longitud de Arco Circular	L	$(\Delta/G)C$	56.0311
9	Angulo de deflexion	\emptyset	$G/2$	1°53'51"
10	Angulo Deflexion Anexa al Pc	\emptyset_{PC}	$(9.22 \times 1.9)/10$	1°45'01"
11	Angulo de Deflexion Anexa al PT	\emptyset_{PT}	$(6.81 \times 1.9)/10$	1°17'30"
12	Abscisa del PC	PC	Abs. PI - T	K0+470.776
13	Abscisa del PT	PT	Abs. PC + L	K0+526.807

Anexo 14. Cartera de localización de la curva 7

CARTERA DE LOCALIZACION DE LA CURVA 7															
CUADRO 1 DE 1															
PUNTO	ABSCISA	DEFLEXION PARCIAL ϕ	DEFLEXION TOTAL	R.C		ANGULO CENTRAL θ	X	Y	L.C.P	RUMBO CALCULADO		COORDENADAS			
												N-S	E-W		
PT	K0+526.807	1°17'30"	10°37'56"	N	48°56'37"	E	21°15'52"	54.76	10.28	55.72	N	38°18'42"	E	1393329.172	1165463.836
5	K0+520.000	1°53'51"	9°20'26"				18°40'52"	48.37	7.96	49.02	N	37°01'12"	E	1393324.586	1165458.805
4	K0+510.000	1°53'51"	7°26'35"				14°53'09"	38.79	5.07	39.12	N	35°07'21"	E	1393317.449	1165451.800
3	K0+500.000	1°53'51"	5°32'44"				11°05'27"	29.05	2.82	29.18	N	33°13'30"	E	1393309.864	1165445.284
2	K0+490.000	1°53'51"	3°38'52"				7°17'45"	19.18	1.22	19.21	N	31°19'38"	E	1393301.864	1165439.283
1	K0+480.000	1°45'01"	1°45'01"				3°30'02"	9.22	0.28	9.22	N	29°25'47"	E	1393293.485	1165433.825
PC	K0+470.776	0°00'00"	0°00'00"	N	27°40'46"	E	0°00'00"	0.00	0.00	0.00	N	27°40'46"	E	1393285.451	1165429.293

Anexo 15. Cartera de elementos de curva 8

CARTERA DE ELEMENTOS DE LA CURVA 8				
				CUADRO 1 DE 1
ITEM	ELEMENTO	SIMBOLO	FORMULA	VALOR
1	Radio de Curvatura	R	$(c/2)/\text{sen}(G/2)$	30
2	Angulo de deflexion de tangentes	Δ	azim ent - azim sal	29°34'35"
3	Grado de Curvatura	G	$2 \arcsen(c/2 * R)$	9°33'37"
4	Tangente	T	$R * \tan(\Delta/2)$	7.9197
5	Cuerda Principal	C(CL)	$2 * R \text{ sen } (\Delta/2)$	15.3148
6	Secante Externa	E	$R * ((\text{sec } \Delta/2) - 1)$	1.0278
7	Flecha	F	$R (1 - \cos \Delta/2)$	0.9937
8	Longitud de Arco Circular	L	$(\Delta/G)C$	15.4682
9	Angulo de deflexion	\emptyset	$G/2$	4°46'49"
10	Angulo Deflexion Anexa al Pc	\emptyset_{PC}	$(0.39 \times 4.78)/5$	0°22'33"
11	Angulo de Deflexion Anexa al PT	\emptyset_{PT}	$(0.08 \times 4.78)/5$	0°04'19"
12	Abscisa del PC	PC	Abs. PI - T	K0+534.607
13	Abscisa del PT	PT	Abs. PC + L	K0+550.075

Anexo 16. Cartera de localización de la curva 8

CARTERA DE LOCALIZACION DE LA CURVA 8															
CUADRO 1 DE 1															
PUNTO	ABSCISA	DEFLEXION PARCIAL ϕ	DEFLEXION TOTAL	R.C		ANGULO CENTRAL θ	X	Y	L.C.P	RUMBO CALCULADO	COORDENADAS				
											N-S	E-W			
PT	K0+550.075	0°04'19"	14°47'18"	N	78°26'47"	E	29°34'35"	14.81	3.91	15.31	N	63°43'55"	E	1393341.079	1165483.458
4	K0+550.000	4°46'49"	14°42'59"				29°25'57"	14.74	3.87	15.24	N	63°39'36"	E	1393341.064	1165483.385
3	K0+545.000	4°46'49"	9°56'10"				19°52'20"	10.20	1.79	10.35	N	58°52'47"	E	1393339.652	1165478.588
2	K0+540.000	4°46'49"	5°09'21"				10°18'43"	5.37	0.48	5.39	N	54°05'58"	E	1393337.463	1165474.093
1	K0+535.000	0°22'33"	0°22'33"				0°45'05"	0.39	0.00	0.39	N	49°19'10"	E	1393334.557	1165470.023
PC	K0+534.607	0°00'00"	0°00'00"	N	48°56'37"	E	0°00'00"	0.00	0.00	0.00	N	48°56'37"	E	1393334.301	1165469.725

Anexo 17. Cartera de elementos Curva vertical 1

CURVA VERTICAL 1	
CONCAVA	
CUADRO 1 DE 1	
COTA PIV	97.811
ABSCISA PIV	K0+089.33
PENDIENTE DE ENTRADA	-3.95%
PENDIENTE DE SALIDA	-2.64%
VELOCIDAD DEL TRAMO	20
k min	3
A	1.31%
LONGITUD MINIMA	3.93
LONGITUD ASUMIDA	60
r	0.000218333
r/2	0.000109167
ABS PUNT MINIMO	K0+119.33

Anexo 18. Cartera de localización Curva vertical 1

COTAS RASANTE CURVA 1							
CONCAVA							
PUNTO	ABSCISA	PENDIENTE	COTA-TANG	X	X2	CORRECCIO N $Y=(r/2)*x2$	COTA RASANTE
PCV	K0+059.33	-3.95%	99.00	0	0	0	98.996
3	K0+060.00		98.97	1	0.448	0.000	98.970
2	K0+070.00		98.57	11	113.828	0.012	98.587
1	K0+080.00		98.18	21	427.208	0.047	98.226
PIV	K0+089.33		97.811	30	900.000	0.098	97.909
		-2.64%		30	900.000	0.098	97.909
1	K0+090.00		97.79	29	860.308	0.094	97.887
2	K0+100.00		97.53	19	373.688	0.041	97.570
3	K0+110.00		97.27	9	87.068	0.010	97.275
PTV	K0+119.33		97.02	0	0	0	97.019

Anexo 19. Cartera de elementos Curva vertical 2

CURVA VERTICAL 2	
CONCAVA	
CUADRO 1 DE 1	
ABSCISA DEL PIV	k0+383.00
COTA PIV	90.065
VELOCIDAD	20
PENDIENTE DE ENTRADA	-2.64%
PENDIENTE DE SALIDA	1.68%
KMIN	3
A	4.32%
LONGITUD MINIMA	12.96
LONGITUD ASUMIDA	40
RATA	0.216
RATA/2	0.108
x=	24.44
ABSCISA DEL PUNTO MAXIMO	k0+387.45

Anexo 20. Cartera de localización Curva vertical 2

COTAS RASANTE CURVA 2							
CONCAVA							
PUNTO	ABSCISA	PENDIENTE	COTA TANGENTE	X	X ²	Y	COTA RASANTE
PCV	k0+363.00	-2.64%	90.593	0	0	0.000	90.593
2	k0+370.00		90.4082792	7	49	0.026	90.435
1	k0+380.00		90.1442792	17	289	0.156	90.300
PIV	k0+383.00		90.065	20	400	0.216	90.281
			20	400	0.216	90.281	
1	k0+390.00	1.68%	90.1825496	13	169	0.091	90.274
2	k0+400.00		90.3505496	3	9	0.005	90.355
PTV	k0+403.00		90.401	0	0	0.000	90.401

Anexo 21. Cartera de elementos Curva vertical 3

CURVA VERTICAL 3	
CONVEXA	
CUADRO 1 DE 1	
ABSCISA DEL PIV	k0+509.24
COTA PIV	92.186
VELOCIDAD	20
PENDIENTE DE ENTRADA	1.68%
PENDIENTE DE SALIDA	-3.21%
KMIN	1
A	-4.89%
LONGITUD MINIMA	4.89
LONGITUD ASUMIDA	40
RATA	-0.2445
RATA/2	-0.12225
x=	13.74
ABSCISA DEL PUNTO MAXIMO	k0+502.98

Anexo 22. Cartera de localización Curva vertical 3

COTAS RASANTE CURVA 3							
CONVEXA							
PUNTO	ABSCISA	PENDIENTE	COTA TANGENTE	X	X ²	Y	COTA RASANTE
PCV	k0+489.24	1.68%	91.85	0	0	0.000	91.850
2	k0+490.00		91.8627848	1	1	0.000	91.862
1	k0+500.00		92.0307848	11	116	-0.071	91.960
PIV	k0+509.24		92.186	20	400	-0.245	91.942
			20	400	-0.245	91.942	
1	k0+510.00	-3.21%	92.1615719	19	370	-0.226	91.935
2	k0+520.00		91.8405719	9	85	-0.052	91.788
PTV	k0+529.24		91.544	0	0	0.000	91.544

Anexo 23. Análisis de Precios Unitarios

	OBRA:	Construcción Placa Huella	ÍTEM:	1.1
	MUNICIPIO	LA YE LA UNION		
	ANÁLISIS DE:	Localizacion y replanteo topografico	UNIDAD:	m2
	FECHA:	Año 2020		

1. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL	
Estaca madera 4cmx4cmx90cm	und	0.50	\$1,500.00	\$750.00	
Puntilla con cabeza 1"	Lb	0.05	\$2,800.00	\$140.00	
Nylon	Rollo	0.03	\$3,500.00	\$105.00	
				Sub-total	\$995.00

2. EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO M2/HORA	VR. PARCIAL	
Estación total electronica		\$ 45,000.00	85	\$529.41	
Herramienta menor (10% M.O.)				\$34.72	
				Sub-total	\$564.13

3. TRANSPORTE

MATERIAL	VOL PESO O CANT	DISTANCIA	M3-KM	TARIFA	VR. PARCIAL	
				Sub-total	\$0.00	

4.MANO DE OBRA

TRABAJADOR	JORNAL	PRESTACIONES (%)	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO M2/DÍA	Vr. UNITARIO	
Topógrafo	\$66,666.67	159.00%	\$106,000.00	500.00	\$212.00	
Cadenero	\$40,000.00	169.00%	\$67,600.00	500.00	\$135.20	
				Sub-total	\$347.20	

Total costos directos **\$1,906.00**

	OBRA:	Construcción Placa Huella	ÍTEM:	2.1
	MUNICIPIO	LA YE LA UNION		
	ANÁLISIS DE:	Conformación de la calzada existente	UNIDAD:	m2
	FECHA:	Año 2020		

1. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL	
Agua	lt	3.00	\$45.00	\$135.00	
				Sub-total	\$135.00

2. EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO M2/HORA	VR. PARCIAL	
Motoniveladora 215 hp.		\$ 177,029.00	400	\$442.57	
Vibrocompactador de 10 ton.		\$ 119,073.00	400	\$297.68	
CarroTanque de agua		\$ 65,375.20	400	\$163.44	
Herramienta menor (10% M.O.)				\$5.74	
				Sub-total	\$909.43

3. TRANSPORTE

MATERIAL	VOL PESO O CANT	DISTANCIA	M3-KM	TARIFA	VR. PARCIAL	
				Sub-total	\$0.00	

4.MANO DE OBRA

TRABAJADOR	JORNAL	PRESTACIONES (%)	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO M2/DÍA	Vr. UNITARIO	
Oficial de construccion	\$53,333.33	159.00%	\$84,800.00	3,200.00	\$26.50	
Ayudante raso x 2	\$58,520.20	169.00%	\$98,899.14	3,200.00	\$30.91	
				Sub-total	\$57.41	

Total costos directos **\$1,102.00**

	OBRA:	Construcción Placa Huella	ÍTEM:	2.2
	MUNICIPIO	LA YE LA UNION		
	ANÁLISIS DE:	Subbase Granular B ó C con un CBR mínimo del 30% y de acuerdo a especificación 320-13 de INVIAS. Incluye transporte y todo lo necesario para su correcta construcción y conformación. Su medida será tomada en sitio ya compactado.	UNIDAD:	m3
	FECHA:	Año 2020		

1. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
Subbase granular clase "C" (CBR=40%)	m3	1.30	\$43,000.00	\$55,900.00
Agua	lt	24.00	\$45.00	\$1,080.00
Sub-total				\$56,980.00

2. EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO M3/HORA	VR. PARCIAL
Motoniveladora 215 hp.		\$ 177,029.00	45	\$ 3,933.98
Vibrocompactador de 10 ton.		\$ 119,073.00	45	\$ 2,646.07
CarroTanque de agua		\$ 65,375.20	45	\$ 1,452.78
Herramienta menor (10% M.O.)				\$51.03
Sub-total				\$8,083.85

3. TRANSPORTE

MATERIAL	VOL PESO O CANT (M3)	DISTANCIA (Km)	M3-KM	TARIFA	VR. PARCIAL
Subbase granular clase "C" (CBR=40%)	1.30	19.00	24.70	\$1,239.67	\$30,619.77
Sub-total					\$30,619.77

4.MANO DE OBRA

TRABAJADOR	JORNAL	PRESTACIONES (%)	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO M3/DÍA	Vr. UNITARIO
Ayudante de construcción (2)	\$58,520.20	169.00%	\$98,899.14	360.00	\$274.72
Oficial de construcción	\$53,333.33	159.00%	\$84,800.00	360.00	\$235.56
Sub-total					\$510.28

Total costos directos **\$96,194.00**

	OBRA:	Construcción Placa Huella	ÍTEM:	3.1
	MUNICIPIO	LA YE LA UNION		
	ANÁLISIS DE:	Excavación manual de material heterogeneo a cualquier grado de humedad entre 0-2m y de acuerdo con la especificacion 600-13 de INVIAS. (Incluye cargue y botada)	UNIDAD:	m3
	FECHA:	Año 2020		

1. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
Sub-total				\$0.00

2. EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO M3/HORA	VR. PARCIAL
Herramienta menor (10% M.O.)				\$2,296.24
Sub-total				\$2,296.24

3. TRANSPORTE

MATERIAL	VOL PESO O CANT (M3)	DISTANCIA (Km)	M3-KM	TARIFA	VR. PARCIAL
Material excavación	1.30	10.00	13.00	\$1,239.67	\$16,115.67
Sub-total					\$16,115.67

4. MANO DE OBRA

TRABAJADOR	JORNAL	PRESTACIONES (%)	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO M3/DÍA	Vr. UNITARIO
Ayudante de construcción (2)	\$58,520.20	169.00%	\$98,899.14	8.00	\$12,362.39
Oficial de construccion	\$53,333.33	159.00%	\$84,800.00	8.00	\$10,600.00
Sub-total					\$22,962.39

Total costos directos **\$41,374.00**

	OBRA:	Construcción Placa Huella	ÍTEM:	3.2
	MUNICIPIO	LA YE LA UNION		
	ANÁLISIS DE:	Relleno con material de la misma excavacion	UNIDAD:	m3
	FECHA:	Año 2020		

1. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
Sub-total				\$0.00

2. EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO M3/HORA	VR. PARCIAL
Motoniveladora 215 hp.		\$ 177,029.00	25	\$7,081.16
Vibrocompactador de 10 ton.		\$ 119,073.00	25	\$4,762.92
CarroTanque de agua		\$ 65,375.20	25	\$2,615.01
Herramienta menor (10% M.O.)				\$339.20
Sub-total				\$14,798.29

3. TRANSPORTE

MATERIAL	VOL PESO O CANT	DISTANCIA	M3-KM	TARIFA	VR. PARCIAL
Sub-total					\$0.00

4.MANO DE OBRA

TRABAJADOR	JORNAL	PRESTACIONES (%)	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO M3/DÍA	Vr. UNITARIO
Oficial de construccion	\$53,333.33	159.00%	\$84,800.00	25.00	\$3,392.00
Sub-total					\$3,392.00

Total costos directos **\$18,190.00**

	OBRA:	Construcción Placa Huella	ÍTEM:	4.1
	MUNICIPIO	LA YE LA UNION		
	ANÁLISIS DE:	Acero de refuerzo 60.000 psi, Incluye figuración e instalación	UNIDAD:	Kg
	FECHA:	Año 2020		

1. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
Acero 60.000 psi	Kg	1.05	\$2,881.00	\$3,025.05
Alambre negro no. 18	Kg	0.03	\$5,000.00	\$150.00
Sub-total				\$3,175.05

2. EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO KG/HORA	VR. PARCIAL
Herramienta menor (10% M.O.)				\$89.50
Sub-total				\$89.50

3. TRANSPORTE

MATERIAL	VOL PESO O CANT	DISTANCIA	M3-KM	TARIFA	VR. PARCIAL
Sub-total					\$0.00

4. MANO DE OBRA

TRABAJADOR	JORNAL	PRESTACIONES (%)	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO KG/DÍA	Vr. UNITARIO
Ayudante de construccion	\$29,260.10	169.00%	\$49,449.57	150.00	\$329.66
Oficial de construccion	\$53,333.33	159.00%	\$84,800.00	150.00	\$565.33
Sub-total					\$895.00

Total costos directos **\$4,160.00**

	OBRA:	Construcción Placa Huella	ÍTEM:	5.1
	MUNICIPIO	LA YE LA UNION		
	ANÁLISIS DE:	Solado de limpieza de 140 Kg/cm2, e= 0.03 m	UNIDAD:	m2
	FECHA:	Año 2020		

1. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
Concreto 140 kg/CM2	m3	0.03	\$344,953.32	\$10,348.60
Sub-total				\$10,348.60

2. EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO M3/HORA	VR. PARCIAL
Herramienta menor (10% M.O.)				\$77.72
Sub-total				\$77.72

3. TRANSPORTE

MATERIAL	VOL PESO O CANT	DISTANCIA	M3-KM	TARIFA	VR. PARCIAL
Sub-total					\$0.00

4.MANO DE OBRA

TRABAJADOR	JORNAL	PRESTACIONES (%)	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO M2/DÍA	Vr. UNITARIO
ayudantes (3)	\$87,780.30	169.00%	\$148,348.71	300.00	\$494.50
Oficial de construccion	\$53,333.33	159.00%	\$84,800.00	300.00	\$282.67
Sub-total					\$777.16

Total costos directos **\$11,203.00**

	OBRA:	Construcción Placa Huella	ÍTEM:	6.1
	MUNICIPIO	LA YE LA UNION		
	ANÁLISIS DE:	Dilataciones para sellos de juntas entre losas, incluye	UNIDAD:	ML
	FECHA:	Año 2020		

1. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL	
Sellalon 1/2 Gris	ml	0.70	\$ 1,300.0	\$910.00	
Sikaflex-1A gris 300 ml	und	0.12	\$ 24,000.0	\$2,880.00	
Sub-total				\$3,790.00	

2. EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO	VR. PARCIAL	
Cortadora		\$ 9,500.00	1.52	\$6,270.00	
Herramienta menor (10% M.O.)				\$101.74	
Sub-total				\$6,371.74	

3. TRANSPORTE

MATERIAL	VOL PESO O CANT	DISTANCIA	M3-KM	TARIFA	VR. PARCIAL	
Sub-total					\$0.00	

4. MANO DE OBRA

TRABAJADOR	JORNAL	PRESTACIONES (%)	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	Vr. UNITARIO	
Ayudante raso (2)	\$70,224.24	169.00%	\$118,678.97	200.00	\$593.39	
Oficial de construccion	\$53,333.33	159.00%	\$84,800.00	200.00	\$424.00	
Sub-total					\$1,017.39	

Total costos directos **\$11,179.00**

OBRA:	Construcción Placa Huella	ÍTEM:	7.1
MUNICIPIO	LA YE LA UNION		
ANÁLISIS DE:	Aseo general final, incluye retiro de escombros	UNIDAD:	M2
FECHA:	Año 2020		

1. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL	
				Sub-total	\$0.00

2. EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO	VR. PARCIAL	
Herramienta menor (10% M.O.)				\$114.81	
				Sub-total	\$114.81

3. TRANSPORTE

MATERIAL	VOL PESO O CANT	DISTANCIA	M3-KM	TARIFA	VR. PARCIAL	
Volqueta	0.07	2.50	0.18	\$1,258.67	\$220.27	
				Sub-total	\$220.27	

4.MANO DE OBRA

TRABAJADOR	JORNAL	PRESTACIONES (%)	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	Vr. UNITARIO	
Ayudante raso (2)	\$58,520.20	169.00%	\$98,899.14	160.00	\$618.12	
Oficial de construccion	\$53,333.33	159.00%	\$84,800.00	160.00	\$530.00	
				Sub-total	\$1,148.12	

Total costos directos **\$1,483.00**

Anexo 24. Registro fotográfico

Fotografía 1. Entrada a la vía. Año 2020.



Fotografía 2. Tramo 1. Año 2019.



Fotografía 3. Tramo 2. Año 2020.



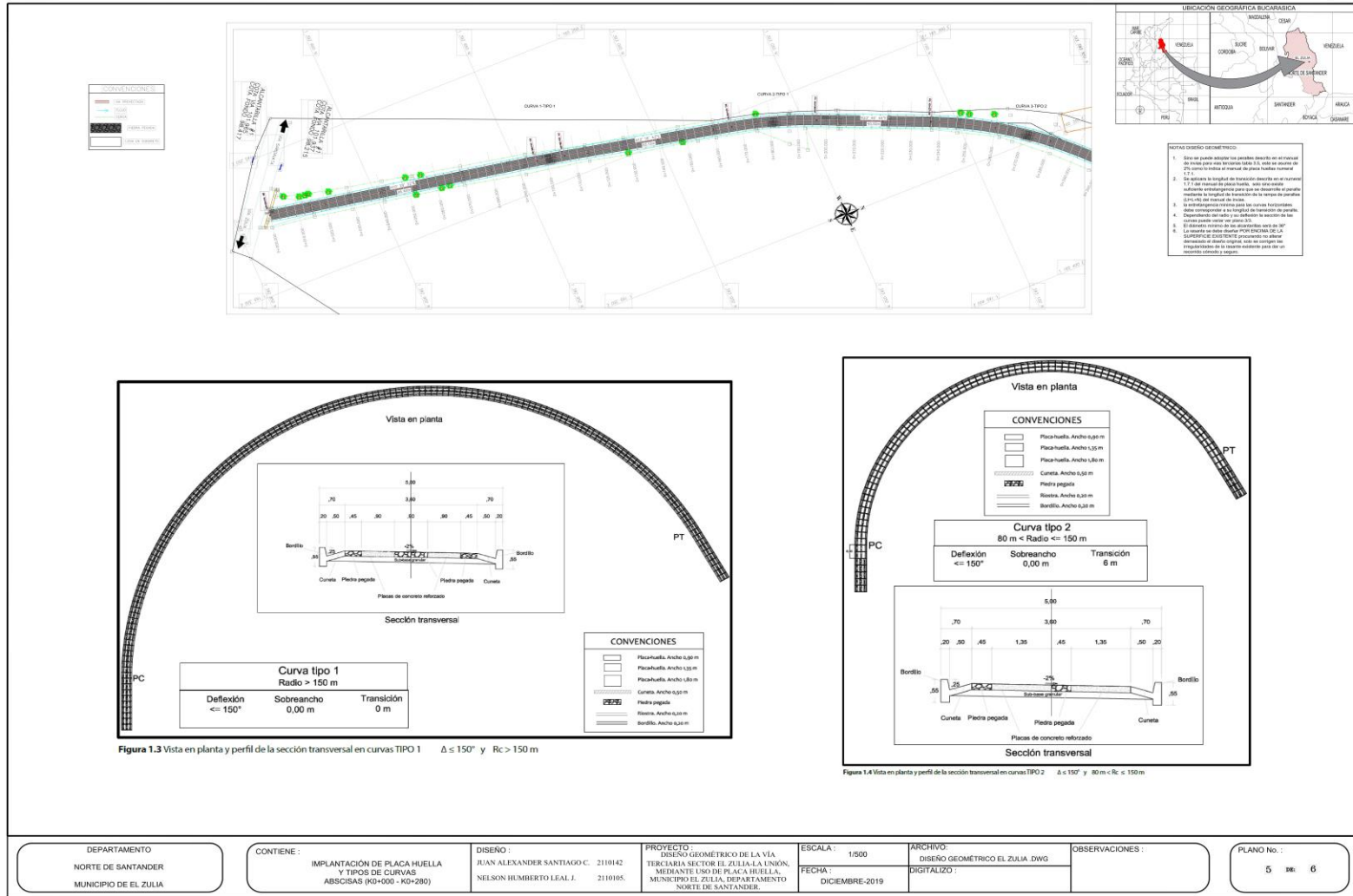
Fotografía 4. Levantamiento topográfico.



Fotografía 5. Levantamiento topográfico.



Anexo 25. Esquema placa huellas



DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER MUNICIPIO DE EL ZULIA	CONTIENE: IMPLANTACIÓN DE PLACA HUELLA Y TIPOS DE CURVAS ABSCISAS (K0+000 - K0+280)	DISEÑO: JUAN ALEXANDER SANTIAGO C. 2110142 NELSON HUMBERTO LEAL J. 2110185	PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA TERCERA SECTOR EL ZULIA LA UNIÓN, MEDIANTE USO DE PLACA BIELLA, MUNICIPIO EL ZULIA, DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER.	ESCALA: 1/500 FECHA: DICIEMBRE-2019	ARCHIVO: DISEÑO GEOMÉTRICO EL ZULIA. DWG DIGITALIZO:	OBSERVACIONES:	PLANO No.: 5 DE 6
---	--	--	---	--	--	----------------	----------------------

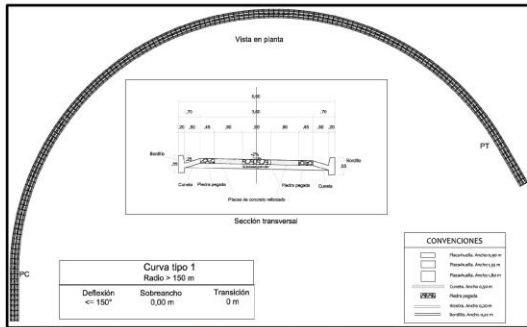
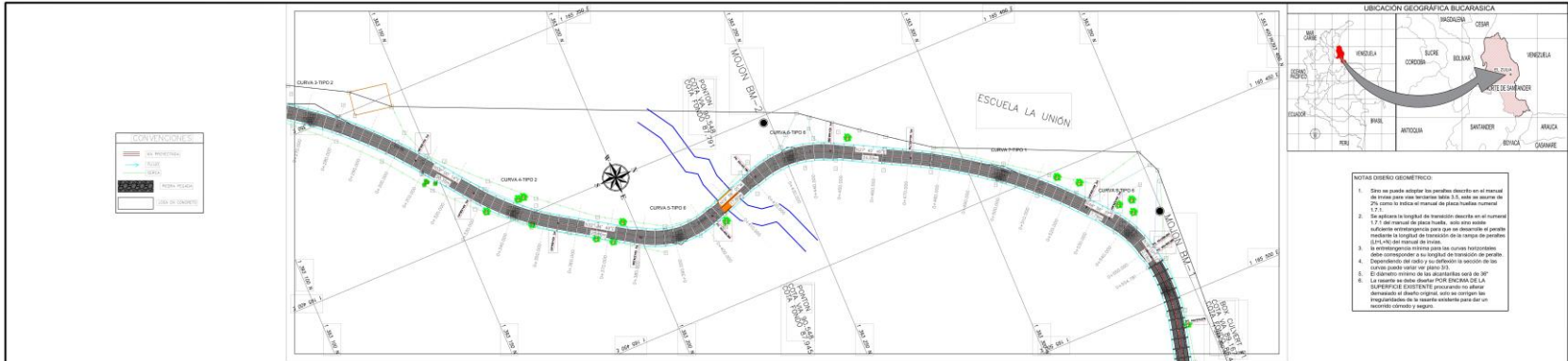


Figura 1.3 Vista en planta y perfil de la sección transversal en curvas TIPO 1 Δ ≤ 150° y R > 150 m

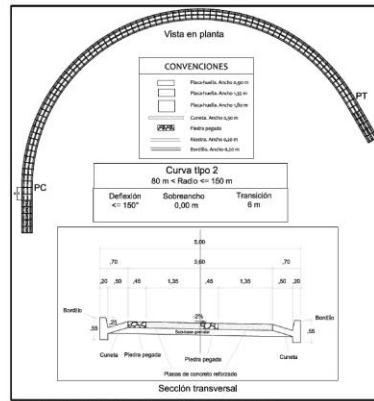


Figura 1.4 Vista en planta y perfil de la sección transversal en curvas TIPO 2 Δ ≤ 150° y 80 m < R ≤ 150 m

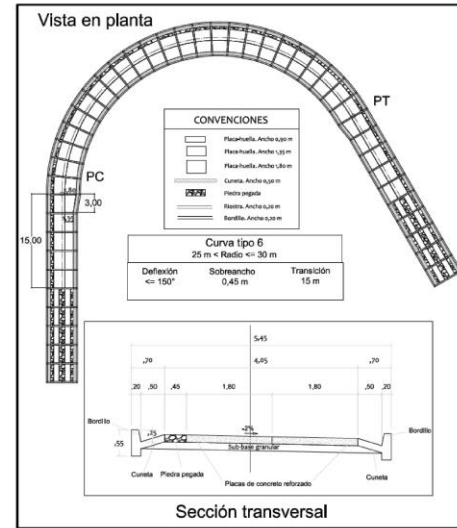
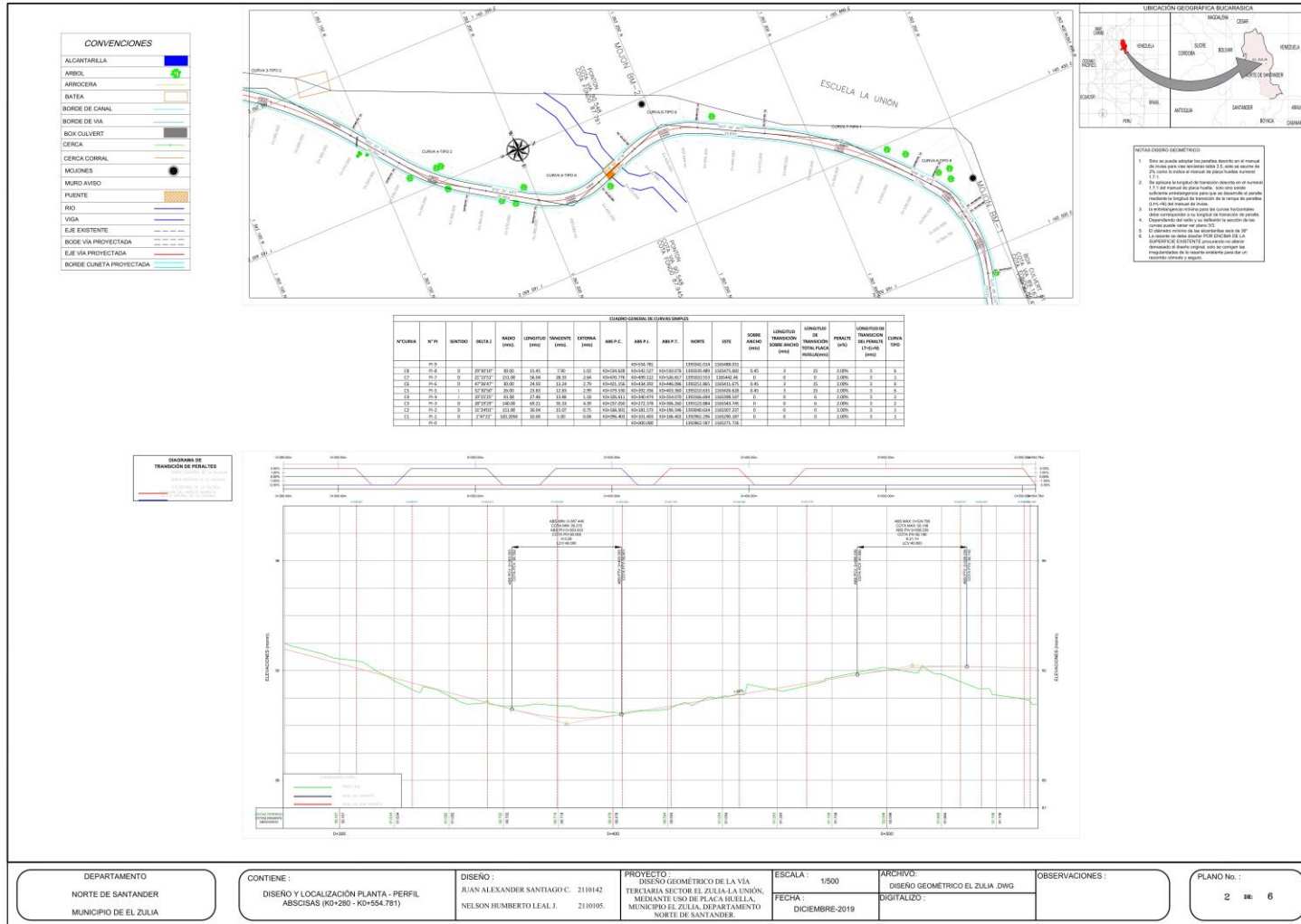
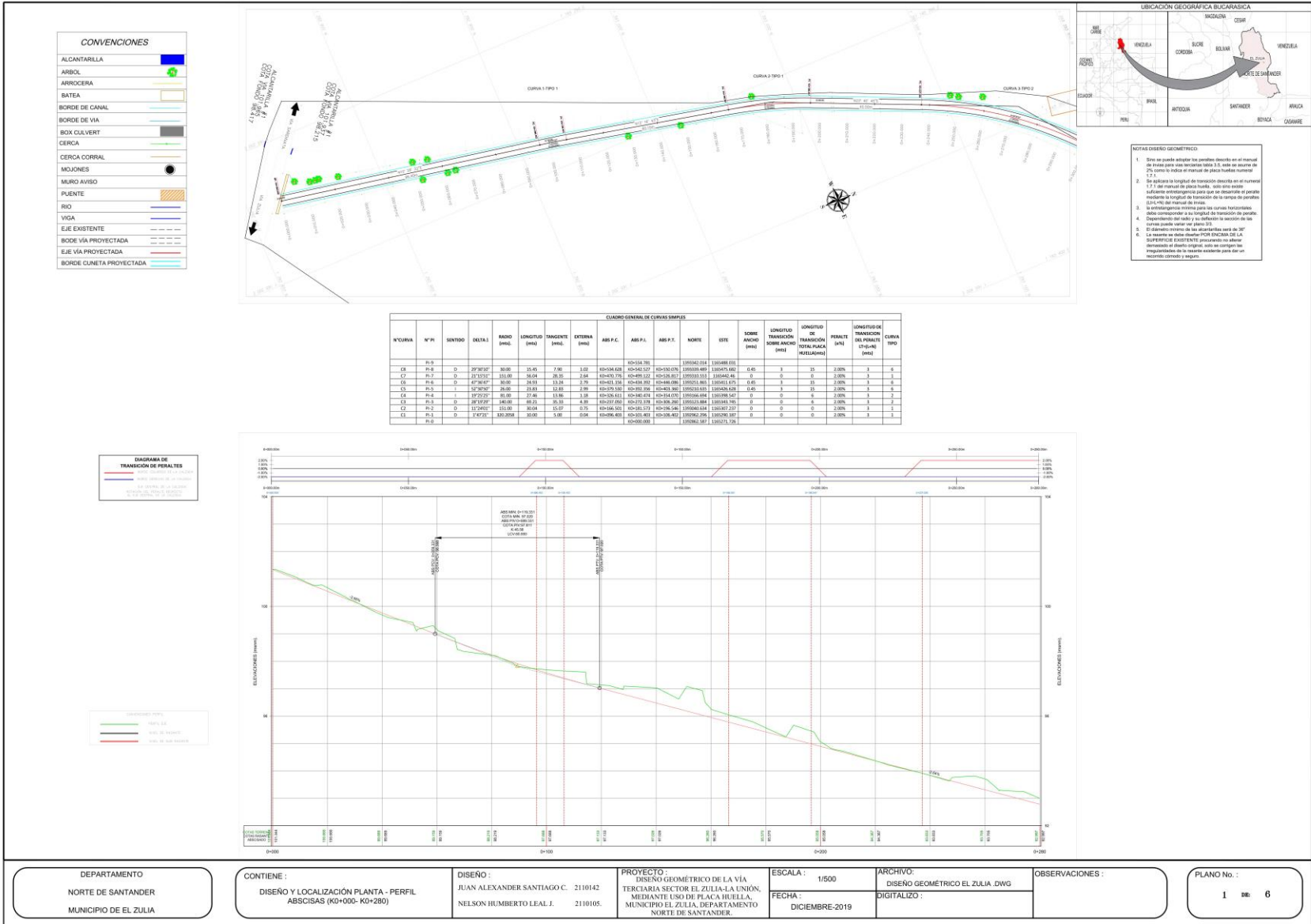


Figura 1.5 Vista en planta y perfil de la sección transversal en curvas TIPO 6 Δ ≤ 150° y 25 m < R ≤ 30 m

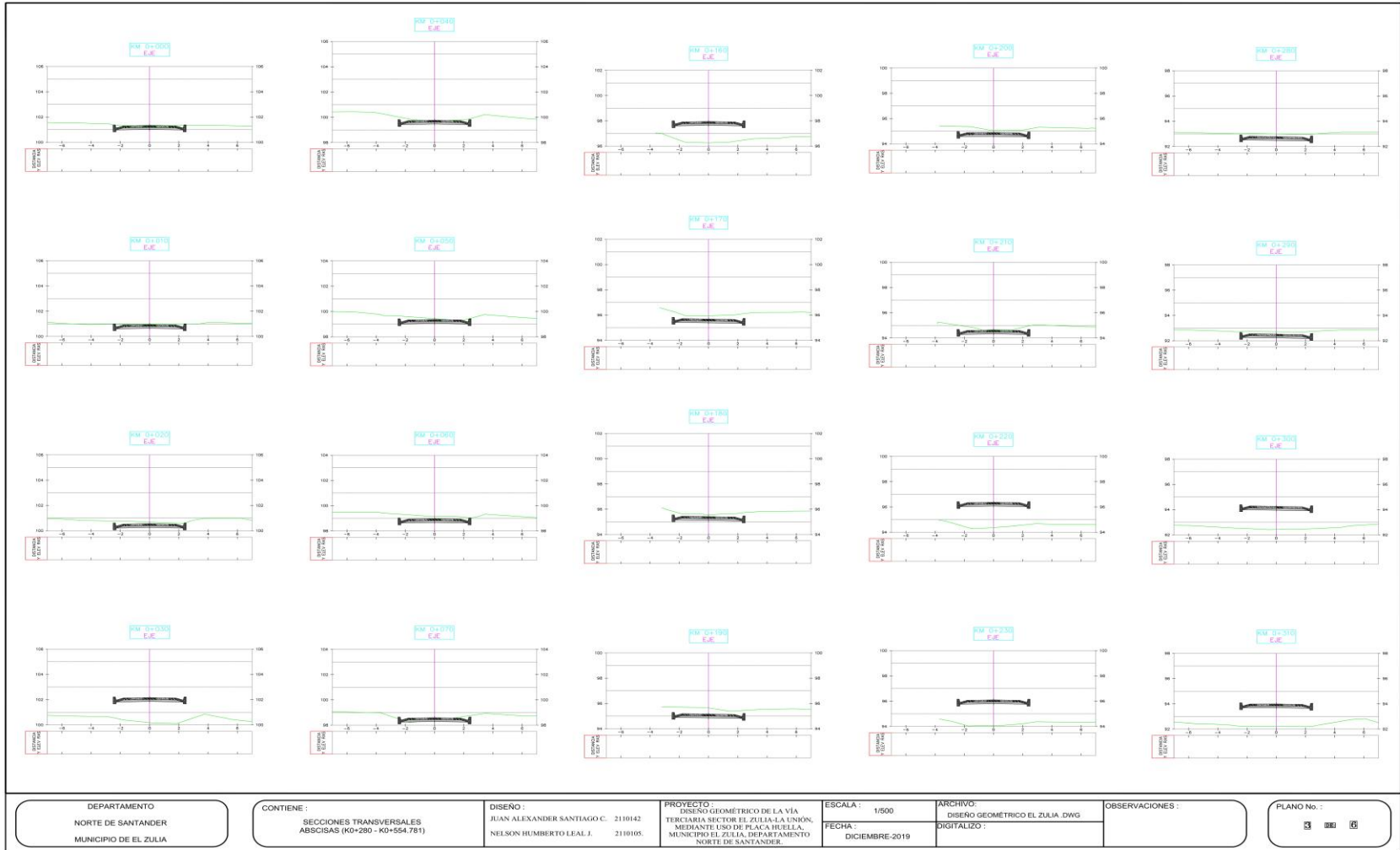
<p>DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER MUNICIPIO DEL ZULIA</p>	<p>CONTIENE : IMPLANTACIÓN DE PLACA HUELLA Y TIPOS DE CURVAS ABSCISAS (K0+280 - K0+554.781)</p>	<p>DISEÑO : JUAN ALEXANDER SANTIAGO C. 2110142 NELSON HUMBERTO LEAL J. 21101055.</p>	<p>PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA TERCIARIA SECTOR EL ZULIA-LA UNIÓN, MEDIANTE USO DE PLACA HUELLA, MUNICIPIO EL ZULIA, DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER.</p>	<p>ESCALA : 1/500 FECHA : DICIEMBRE-2019</p>	<p>ARCHIVO: DISEÑO GEOMÉTRICO EL ZULIA.DWG DIGITALIZO :</p>	<p>OBSERVACIONES :</p>	<p>PLANO No. : 6 DE 6</p>
--	---	--	--	--	---	------------------------	-------------------------------

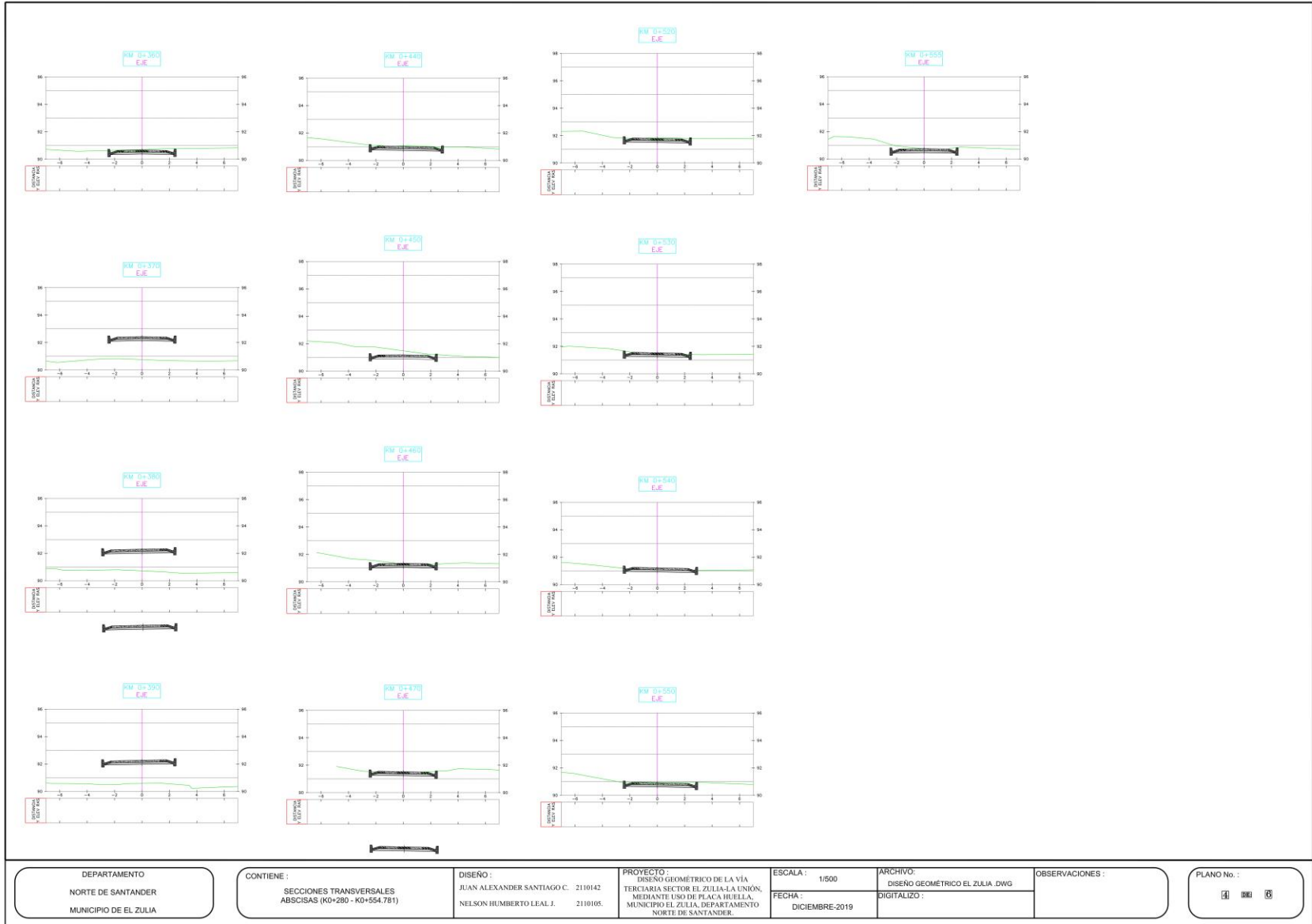
Anexo 27. Planta perfil





Anexo 28. Sesiones





DEPARTAMENTO
NORTE DE SANTANDER
MUNICIPIO DE EL ZULIA

CONTIENE :
SECCIONES TRANSVERSALES
ABSCISAS (K0+280 - K0+554.781)

DISEÑO :
JUAN ALEXANDER SANTIAGO C. 2110142
NELSON HUMBERTO LEAL J. 2110105.

PROYECTO :
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA
TERCERA SECTOR EL ZULIA-LA UNIÓN,
MEDIANTE USO DE PLACA HUELLA,
MUNICIPIO EL ZULIA, DEPARTAMENTO
NORTE DE SANTANDER.

ESCALA : 1/500
FECHA : DICIEMBRE-2019

ARCHIVO:
DISEÑO GEOMÉTRICO EL ZULIA.DWG
DIGITALIZO :

OBSERVACIONES :

PLANO No. :
4 5 6